

**SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED ELÉCTRICA PARA
LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA ISABEL MARÍA CUESTA GONZÁLEZ SEDE MAURICIO
LOPESIERRA DEL DISTRITO DE RIOHACHA**

MARY LIA POLO OLIVERO



**UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN
RIOHACHA, LA GUAJIRA
2022**

**SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED ELÉCTRICA PARA
LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA ISABEL MARÍA CUESTA GONZÁLEZ SEDE MAURICIO
LOPESIERRA DEL DISTRITO DE RIOHACHA**

MARY LIA POLO OLIVERO

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Magister en Gestión de
la Tecnología de la Innovación

Directora
NAYELI NAIDEE MEJÍA RIVEIRA



**UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN
RIOHACHA, LA GUAJIRA
2022**

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento principalmente a Dios por ser mi apoyo espiritual, a mi directora la Doctora NAYELI NAIDEE MEJÍA RIVEIRA por su acompañamiento en la realización de este trabajo, al Ingeniero Manuel Marrugo con su empresa MTECH por ser ese apoyo técnico que necesite, a mis padres por convertirse en guías de vida, a todos los demás familiares y amigos que me apoyaron en la realización de este trabajo y gracias por el apoyo a mi grupo de profesores de la maestría que fueron los que a través de la enseñanza impartida lograron que pudiera cumplir esta meta. Mis mas sinceros agradecimientos a todos.

MARY LIA POLO OLIVERO

INDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
1. EL PROBLEMA.....	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1.1 Descripción del Problema.....	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 Objetivo General.....	20
1.3.2 Objetivos Específicos	20
1.4 JUSTIFICACIÓN	21
1.4.1 Conveniencia.....	24
1.4.2 Relevancia social.....	25
1.4.3 Implicaciones prácticas.....	25
Utilidad metodológica	26
1.5 DELIMITACIÓN	28
1.5.1 Viabilidad	28
1.5.2 Lugar o espacio	28
1.5.3 Tiempo	28
1.5.4 Financiación.....	28
2. MARCO TEÓRICO	29
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS	29
2.1.1 El sol como fuente energética	29
2.1.2 Generación de energía.....	34
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	36
2.3 BASES TEÓRICAS	43
2.3.1 Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red eléctrica	43
2.3.1.1 Perfil de las cargas del consumo de energía eléctrica	43
2.3.1.1.1 Demanda máxima en kWh.....	44
2.3.1.1.2 Estabilidad del servicio	45
2.3.1.1.3 Proyección de crecimiento de la planta física	46
2.3.2 Generación de energía alternativa.....	46

2.3.2.1	Vigilancia Tecnológica	46
2.3.2.1.1	Planeación.....	47
2.3.2.1.2	Búsqueda de la información	48
2.3.2.1.3	Análisis de la información	48
2.3.2.1.4	Difusión	49
2.3.2.2	Estudio técnico.....	49
2.3.2.2.1	Soporte técnico	49
2.3.2.2.2	Tipos de tecnologías para la generación de energías alternativas	50
2.3.2.3	Estudio económico	52
2.3.2.3.1	Beneficios económicos	52
2.3.2.4	Impacto de la implementación de un sistema generador de energía fotovoltaica	53
2.3.2.4.1	Beneficios ambientales	54
2.3.2.4.2	Beneficios sociales.....	55
2.3.2.5	Diseño del sistema generador de energía fotovoltaica.....	56
2.4	MARCO LEGAL.....	57
2.4.1	Constitución Política de Colombia 1991.	57
2.4.2	Leyes existentes para regular los sistemas de energía fotovoltaicos	58
2.4.3	Para el caso de las instalaciones fotovoltaicas deben acogerse a los siguientes decretos:	59
2.5	MARCO CONTEXTUAL.....	61
2.5.1	Preliminares	61
2.5.1.1	Reseña Histórica	61
2.5.1.2	Localización	62
2.5.1.3	Misión.....	62
2.5.1.4	Visión	63
2.6	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	64
2.6.1	Definición Nominal.....	64
2.6.2	Definición conceptual.....	64
2.6.2.1	Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red eléctrica	64
2.6.2.2	Generación de energía alternativa.....	64
3.	METODOLOGÍA	67
3.1	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	67
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	68

3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
3.4	POBLACIÓN.....	70
3.5	MUESTRA	72
3.6	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	75
3.7	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	75
3.8	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	77
4.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	80
4.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	80
5.	CONCLUSIONES	148
6.	RECOMENDACIONES.....	151
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	152
8.	ANEXOS	160

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de Variables	67
Tabla 2: Definición de la población	72
Tabla 3: Calculo de la muestra	75
Tabla 4: Consumo por elementos existentes	80
Tabla 5: Análisis según recibos de energía eléctrica de los últimos 6 meses del año 2021 – 2022	80
Tabla 6: Análisis comparativo de consumo promedio kW/h	81
Tabla 7: Análisis de indicadores de consumo	84
Tabla 8: Verificación de interrupciones del servicio de energía	85
Tabla 9: Calidad del Servicio	87
Tabla 10: Dificultad en la prestación del servicio educativo	87
Tabla 11: Tiempo de las Fallas	88
Tabla 12: Costo del servicio	89
Tabla 13: Mejorar las condiciones del servicio	90
Tabla 14: Excusas por fallas	90
Tabla 15: Fallas internas o externas	91
Tabla 16: Charlas sobre razonamiento energético	92
Tabla 17: Satisfacción general del servicio	93
Tabla 18: Ficha Vigilancia Tecnológica	95
Tabla 19: Reporte de empresas de energías alternativas	107
Tabla 20: Cantidad De Equipos A Necesitar	110
Tabla 21: Cálculo del retorno de la Inversión	118
Tabla 22: Matriz de Leopold para evaluar Impactos Ambientales	123
Tabla 23: Conocer energías alternativas	128
Tabla 24: Conoce que es calentamiento global	128
Tabla 25: Charlas de parte de la Institución	129
Tabla 26: Implementación de energías alternativas	130
Tabla 27: Ahorrar gastos económicos	131
Tabla 28: Opinión sobre implementación de sistemas energéticos	132
Tabla 29: Disminución de la contaminación ambiental	133
Tabla 30: Constante prestación del servicio educativo	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Condiciones meteorológicas de Riohacha	21
Figura 2: Temperatura	22
Figura 3: Humedad – Brillo solar	22
Figura 4: Modelo de sistema fotovoltaico interconectado a la red	40
Figura 5: Consumo promedio diario	81
Figura 6: Lectura de consumo promedio diario	81
Figura 7: Potencia	82
Figura 8: Voltaje/Corriente	82
Figura 9: Tendencia detallada	82
Figura 10: Fluctuaciones	83
Figura 11: Desbalances	83
Figura 12: Tesauros	96
Figura 13: Construcción de ecuaciones	97
Figura 14: Bitácora de Búsqueda	98
Figura 15: Bitácora de búsqueda Patentes	99
Figura 16: Reporte de vigilancia tecnológica	100
Figura 17: Reporte vigilancia tecnológica Mapas de ciencias	101
Figura 18: Reporte de Vigilancia Patentes	102
Figura 19: Reporte de Patentes	103
Figura 20: Componentes a necesitar	109
Figura 21: Panel solar	110
Figura 22: Ficha técnica del panel solar	111
Figura 23: Parámetros eléctricos del panel solar	111
Figura 24: Inversor	112
Figura 25: Ficha técnica Inversor	112
Figura 26: Especificaciones técnicas inversor	113
Figura 27: Estructuras de paneles solares	114
Figura 28: Capacidad de energía generada por los paneles	114
Figura 29: Irradiación solar	115
Figura 30: Perfil de carga de los paneles solares	116
Figura 31: Simulación de costos del sistema eléctrico convencional	117
Figura 32: Matriz de Leopold	122
Figura 33: Temperatura Mundial 1951-2019	126
Figura 34: Diseño del sistema fotovoltaico	136
Figura 35: Cubierta cancha donde se instalarán los paneles fotovoltaicos	137
Figura 36: Diagrama de estructura para los paneles solares	138
Figura 37: Diagrama Unifilar	139

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal, proponer un sistema fotovoltaico Interconectado a la Red para la generación de energías alternativas en la Institución Educativa Isabel María Cuesta González Sede Mauricio Lopesierra. El cual se desarrolla cumpliendo estrictamente los objetivos específicos. Este trabajo se sustenta teóricamente en los planteamientos de Martínez A (2016), (Fernández y Cervantes, 2017), San Martín (2017). Metodológicamente, esta investigación tiene un enfoque mixto, de tipo descriptiva, con un diseño no experimental, aplicada. La población objeto de estudio fue la Institución Educativa Isabel María Cuesta González, sede Mauricio Lopesierra, ubicada en el distrito Turístico de Riohacha. Para el logro del objetivo general de esta investigación, se realizó el perfil de las cargas para establecer el consumo energético que tiene la institución educativa y a la vez se realizó una observación donde se registraron los cortes de energía para determinar la estabilidad tiene el servicio de energía eléctrica en un tiempo específico y se aplicó una encuesta donde la comunidad educativa expreso la percepción que tienen del servicio. Posteriormente se investigó cuál es el posible crecimiento a corto y mediano plazo de la infraestructura física que puede tener la Institución educativa. Consecutivamente, se realizó una selección de las tecnologías que se van a utilizar en el planteamiento del diseño del sistema fotovoltaico para esto se efectuaron diversas vigilancias tecnológicas en bases de Datos como Scopus, Pateninspiration, y Cámaras de Comercio de la Región, para determinar con bases científicas cuales son los mejores materiales a usar en la actualidad, cuales actualmente son los países líderes en el tema de la fabricación e implementación de las energías renovables y cuál es la capacidad técnica que tiene la región en la implementación de sistemas fotovoltaicos, y así se comprobó una factibilidad económica del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica. Por último, se determinaron los impactos socio-ambientales, que traería la implementación de este proyecto en la comunidad educativa dando como resultado, si se implementa, el sistema fotovoltaico disminuciones en las emisiones de CO₂. Esto traería consigo un impacto ambiental positivo en la institución educativa, también se aplicó una encuesta donde los estudiantes, docentes, administrativos y operativos expresaron su opinión sobre los beneficios de este tipo de sistemas.

PALABRAS CLAVE: Sistema fotovoltaico, red eléctrica, Energías alternativa.

ABSTRACT

The main objective of this research was to propose a photovoltaic system interconnected to the Network for the generation of alternative energies in the Isabel María Cuesta González Educational Institution, Mauricio Lopesierra Headquarters. Which is developed strictly complying with the specific objectives. This work is theoretically based on the approaches of Martínez A (2016), (Fernández and Cervantes, 2017), San Martín (2017). Methodologically, this research has a mixed, descriptive approach, with a non-experimental, applied design. The population under study was the Isabel María Cuesta González Educational Institution, Mauricio Lopesierra headquarters, located in the Riohacha Tourist District. To achieve the general objective of this research, the profile of the loads was made to establish the energy consumption of the educational institution and at the same time an observation was made where the power outages were recorded to determine the stability of the energy service. electricity in a specific time and a survey was applied where the educational community expressed the perception they have of the service. Subsequently, the possible growth in the short and medium term of the physical infrastructure that the educational institution can have was investigated. Consecutively, a selection of the technologies to be used in the approach to the design of the photovoltaic system was made. For this, various technological surveillance was carried out in databases such as Scopus, Pateninspiration, and Chambers of Commerce of the Region, to determine with bases What are the best materials to use today, which are currently the leading countries in the field of manufacturing and implementation of renewable energy and what is the technical capacity that the region has in the implementation of photovoltaic systems, and so on. verified an economic feasibility of the photovoltaic system interconnected to the electrical network. Finally, the socio-environmental impacts were determined, which would bring the implementation of this project in the educational community, resulting, if implemented, the photovoltaic system decreases in CO₂ emissions. This would bring about a positive environmental impact in the educational institution, a survey was also applied where students, teachers, administrators and operatives expressed their opinion about the benefits of this type of system.

KEY WORDS: Photovoltaic system, electricity grid, Alternative energies.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha demostrado que la energía solar es una de las técnicas más limpias de producción energética. Los paneles solares constituyen uno de los métodos que se pueden usar para convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable, sin que esta transformación produzca subproductos peligrosos para el medio ambiente, por lo que se ha convertido en una importante industria a nivel mundial. Carvajal, (Marín Jiménez. 2013).

A raíz de esto han surgido iniciativas para la implementación en empresas privadas y públicas de estos sistemas alternativos en las zonas rurales y urbanas, lo que conlleva a un ahorro de energía y a no depender de los sistemas de energía eléctrica suministrados de manera convencional, los cuales su fuente de producción son mecanismos altamente contaminantes o que alteran el ecosistema de manera drástica.

Partiendo de lo anterior, se realizará un análisis de la irradiación solar en el distrito turístico y cultural de Riohacha y las horas de sol, de acuerdo a sus coordenadas geográficas, y la demanda energética en la institución educativa Isabel María Cuesta González todo dirigido a proponer la implementación de un sistema de generación de energía eléctrica, de tal manera que parte de la energía que se consume en la institución se genere en el mismo lugar a través de un sistema fotovoltaico y que a su vez pueda complementarse con la red eléctrica nacional. Si este sistema se implementa en la institución se disminuirían los costos económicos que se producen por el pago de la energía, también se buscaría contribuir con el

desarrollo energético alternativo del país y con esto concientizar a las instituciones educativas de los beneficios ambientales que traen estos sistemas de energías alternativas.

Para el desarrollar el proyecto primero se realizó una investigación exploratoria sobre los antecedentes de este tipo de sistemas en Colombia. Luego se realizó una indagación bibliográfica sobre los diferentes tipos de sistemas de energía fotovoltaicas encontrando una gran alternativa en los sistemas interconectados a la red eléctrica.

Este proyecto está estructurado de la siguiente manera: Capítulo I presenta el planteamiento del problema, los objetivos el general y los específicos, la justificación y la delimitación. Posteriormente se muestra el Capítulo II el cual contiene el marco teórico, donde se presentan los antecedentes teóricos, antecedentes de la investigación, las bases teóricas, el marco legal, el marco contextual y la identificación de variables; Capítulo III se muestra el enfoque metodológico, el tipo y diseño de investigación desde la perspectiva epistemológica y metodológica, la población, muestra, las fuentes, los mecanismos de obtención de información, la confiabilidad y validez; Capítulo IV donde se analizaron los resultados de la investigación; y por último sus conclusiones y recomendaciones.

1. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del Problema

La electricidad es una forma de energía con una gama muy amplia de aplicaciones. Se utiliza en casi todos los tipos de actividad humana, que van desde la producción industrial, el uso doméstico, la agricultura, el comercio cuando requiere el trabajo de las máquinas, la iluminación y la calefacción. (Sanz Adán Jacinto Santamaría Peña & Académico, n.d.). En la actualidad la energía eléctrica se ha convertido en un factor fundamental para nuestro diario vivir, sin ella nos sería prácticamente imposible tener una calidad de vida aceptable.

El acceso a la energía eléctrica es un factor importante en el desarrollo de la humanidad (Valeret al., 2016). Hoy en día, la producción de energía eléctrica depende en gran medida de los recursos fósiles disponibles y la posibilidad de acceso a la red eléctrica (Rosso-Cerón y Kafarov, 2015). Durante varias décadas el desarrollo de las poblaciones ha dependido estrictamente de la capacidad de uso de combustibles fósiles para la obtención de energía, lo que ha provocado un gran impacto negativo al medio ambiente con respecto a las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera (Ben y Ben, 2017; Ghasemi Mobtaker et al., 2016). De este problema ambiental ha surgido el concepto Green Economy, el cual ha ganado mucha importancia entre los académicos y los encargados de hacer políticas en lo que respecta a temas de producción de energía (Gasparatos et al., 2017; Cao et al., 2017).

El uso y producción de energía renovable no supera el 20% en el actual consumo a nivel mundial (Gasparatos et al., 2017). Mientras tanto, la demanda de energía incrementa excesivamente a causa del aumento de la población y el desarrollo industrial, por este motivo se promueven políticas económicas, ambientales y sociales orientadas a la búsqueda de nuevas formas de suplir las necesidades energéticas de la población (Kannan y Vakeesan, 2016; Peralta y Eduardo, 2011). Es por esto que ya existen varios planes liderados por algunos países, como los miembros de la UE, los cuales tenían el propósito para el 2020 de suplir con fuentes de energía renovables más del 20% de la demanda de energía eléctrica (Gasparatos et al., 2017; Wahyuni et al., 2015).

Algunas de las energías alternativas que menor impacto provocan al medio ambiente son: la eólica, la hidroeléctrica, la bioenergía y la energía solar (Kannan y Vakeesan, 2016; Gasparatos et al., 2017).

Existen varios tipos de sistemas fotovoltaicos y varían por sus diferentes configuraciones. Para poder ser usados en áreas remotas, extraer agua, sistemas de iluminación o usarlo como un servicio público dentro de la ciudad. Entre ellos están: Sistemas de energía solar directos o de uso diurno DC-DC, Sistemas de energía solar con almacenamiento de energía, Sistemas de energía solar híbridos y los Sistemas de energía solar interactivos con la red eléctrica o conectados a la red eléctrica (on-grid).

Así mismo, muchos estudios de perspectiva mundial de la energía renovable señalan que los mecanismos limpios son viables técnica y económicamente, por lo

cual se prevé una masificación principalmente de sistemas con tecnologías hídras, solares y eólicas, además afirma Sven Teske, Arthouros Zervos, Oliver Schäfer : « para alcanzar un desarrollo sostenible e ir abandonando la dependencia de los combustibles fósiles, se tienen que ir implementando cada vez más fuentes a partir de energías renovables, lo cual se observa ya en varias zonas y principalmente en países desarrollados »

De igual forma, la demanda energética en Colombia y en el mundo cada vez es mayor, pues existe un gran crecimiento poblacional e industrial, necesitando consumo energético y trayendo consigo problemas económicos, sociales y ambientales. En la actualidad, Colombia busca suplir la demanda de energía eléctrica de manera eficiente en todas las regiones del país ya que se tienen dependencias de fuentes de energía que demandan el uso de recursos naturales, como: petróleo, carbón y agua (hidráulica). (A. Martínez González, A. Orlandini, and S. Herrero López, 2011.)

Igualmente, Colombia cuenta con un potencial positivo de energía fotovoltaica frente al resto del mundo; aunque se presentan variaciones, los datos evidencian que en todo el territorio el promedio de irradiación solar es alto (Gómez Ramírez – Murcia Murcia – Cabeza Rojas. 2017). El mayor potencial en Colombia se encuentra en las regiones de la Costa Atlántica y Pacífica, la Orinoquía y la Región Central.

Ante esta situación, es importante que las organizaciones públicas en Colombia tomen conciencia de lo que representan la implementación de sistemas

de energías limpias en sus instalaciones. Ya que se contribuye al mejoramiento del medio ambiente y a la vez a una mejora económica en las mismas. Pero en muchas ocasiones el desconocimiento de estas nuevas tecnologías genera altos costos en su instalación y en su funcionamiento lo que crea que no se contemple su puesta en marcha.

En este orden de ideas, es importante resaltar que tradicionalmente las energías renovables se implementan en las zonas rurales del país, esto porque la prestación del servicio de energía eléctrica convencional no tiene cobertura en muchos lugares, y ven en estos sistemas una solución viable a la necesidad del servicio. En la actualidad estos sistemas energéticos se están aplicando en las ciudades altamente urbanizadas debido a que en Colombia la estabilidad del servicio se presta de manera deficiente y no se tiene en cuenta en varias ocasiones las condiciones socioeconómicas de la población y su costo se hace poco accesible para muchas familias de los estratos bajos.

De la misma forma, el Distrito de Riohacha se encuentra inmerso en diversos problemas que tiene la prestación del servicio de energía eléctrica. Estos inconvenientes traen consigo el deterioro de la calidad de vida de los habitantes del municipio e inconformidad por el mal servicio recibido por parte de la empresa encargada. Esto repercute directamente en el desarrollo social de los diferentes sectores productivos, por lo que esto produce que la ciudad se encuentre en los últimos puestos a nivel nacional en lo que tiene que ver con el desarrollo social y

sostenible de la economía y el saneamiento básico de los servicios públicos. DANE. (2019).

Teniendo en cuenta que cualquier organización demanda un suministro estable del servicio de energía eléctrica, dentro de estas organizaciones se encuentran las instituciones educativas públicas y en particular la Institución Educativa Isabel María Cuesta González sede Mauricio López Sierra que no son ajenas a estos problemas que se presentan con la prestación de este servicio. Esta sede en particular tiene una infraestructura física que dificulta mucho la prestación del servicio educativo si no hay fluido eléctrico ya que sus aulas de clases no cuentan con una ambientación de luz natural y ventilación adecuada que permitan el desarrollo normal de las actividades académicas y además las aulas de informática con las que cuenta la institución no estarían en funcionamiento ya que no hay un sistema de respaldo que pueda suplir la falta de energía eléctrica convencional.

Por otra parte, los costos energéticos que tiene la institución educativa son muy altos, los cuales los tiene que suplir el Distrito de Riohacha con recursos del sistema general de participaciones, estos recursos pueden ser utilizados para suplir necesidades más apremiantes en el sector educativo, por lo que se hace imperativo que se plantee una solución para que la Institución posea un sistema alimentador de energía eléctrica alterno, específicamente un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, ya que es una solución más económica que los sistemas fotovoltaicos autónomos. Lo anterior para permitir que la institución pueda garantizar gran

porcentaje de su abastecimiento energético, aprovechando la potencia solar irradiada en este punto geográfico, y de esta manera no depender únicamente del servicio suministrado por parte de la empresa Encargada.

De continuar esta situación según la observación realizada en la institución educativa, se verá altamente afectada la calidad educativa puesto que seguiremos dependiendo del servicio de energía eléctrica que presta la empresa encargada y en muchas ocasiones serán interrumpidas las clases por la falta del mismo. Anudando a esta situación no se podrá disminuir el costo energético que es uno de los grandes inconvenientes que tiene el Distrito de Riohacha en el sentido económico, esto repercute directamente en la Institución ya que las inversiones para mejorar el servicio educativo se verán disminuidas. Y tampoco se podrá beneficiar al mejoramiento del medio ambiente, que es un eje central en el proyecto transversal de ciencias ambientales que existe en la institución.

Teniendo en cuenta lo anterior, a lo largo de los años, en Colombia se han venido implementando diferentes proyectos de energías alternativas para las instituciones educativas rurales, esto con el fin de mejorar las condiciones socio ambientales para impartir sus clases, dado a esto se hace necesario el desarrollo de diversos proyectos de energías limpias en la zona urbana de Riohacha, enfocado hacia el sector educativo, y esto que contribuya al mejoramiento de la calidad educativa y sirva como referente para otros centros educativos en la región. A partir de esta problemática, dentro de la Maestría en Gestión de la Tecnología e Innovación de la Universidad de La Guajira, se puede observar una oportunidad

para generar un impacto en la región Caribe, a través de la creación de un proyecto que permita a las Instituciones educativas conocer una metodología que les facilite llevar a cabo el desarrollo de proyectos en energías renovables, que fortalezca la lucha contra el cambio climático, disminuyendo los índices de producción de gases de efecto invernadero en toda la costa caribe, por la no utilización de combustibles fósiles para abastecerse de energía eléctrica.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo será el sistema fotovoltaico de interconectado a la red eléctrica, para la generación de energías alternativas en la Institución Educativa Isabel María Cuesta González sede Mauricio Lopesierra ubicado en el Distrito de Riohacha?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico Interconectado a la Red eléctrica, para la generación de energías alternativas en la Institución Educativa Isabel María Cuesta González Sede Mauricio Lopesierra Del Distrito De Riohacha.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el perfil de las cargas sobre el consumo de energía eléctrica que tiene la Institución Educativa para el funcionamiento de toda su planta física.
- Realizar una vigilancia tecnológica para seleccionar las tecnologías factibles económicamente que sirvan al diseño del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa.
- Determinar el impacto socio-ambiental que traería la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa.
- Diseñar el sistema fotovoltaico interconectado a la red que sea acorde con el porcentaje requerido para minimizar costos y garantizar el servicio de energía eléctrica constante en la Institución educativa.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Colombia tiene un promedio diario de irradiancia solar sobre todo el territorio de $4.5kWhm^2$, siendo la zona de la guajira $6.0kWhm^2$ la zona del país donde la radiación es la más alta, el país tiene un buen potencial en términos generales para el uso de energía solar, gracias a esto el uso de la energía solar fotovoltaica puede ser masificada para el uso tanto urbano e industrial, normalmente esta tecnología es usada en sistemas aislados no conectados a la red eléctrica pero aún en la actualidad hay muchos inconvenientes en su mayoría por desinformación y desconocimiento. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2017).

Igualmente, el Distrito de Riohacha tiene unas condiciones climatológicas que son favorables para la implementación de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados a la Red. Estos parámetros mantienen una relación directa durante la mayor parte del año. Con respecto a la Temperatura los mayores promedios de temperatura máxima superan los $34^{\circ}C$ y se presentan durante los meses de junio y agosto, lo cual es contrastante con los promedios de temperatura diaria y mínima debido que durante estos meses estas variables muestran los valores más altos. Por otra parte, los promedios más bajos de temperatura mínima se presentan durante los meses de diciembre a marzo, encontrándose por debajo de los $23^{\circ}C$; debido a la presencia de los vientos alisios que no permiten la formación de abundante nubosidad y por ende la irradiación no se mantiene entre el techo de nubes y la tierra. En cuanto a la Humedad relativa el promedio multianual en la

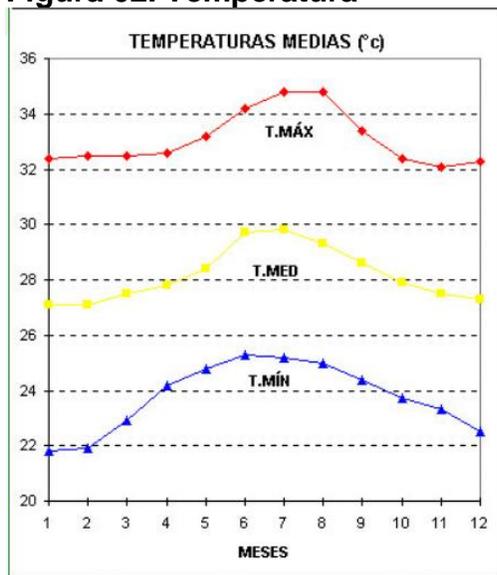
ciudad de Riohacha es de 72%. Los promedios mensuales más altos se presentan durante los meses de septiembre a enero y de abril a mayo, debido principalmente a las precipitaciones que ocurren durante estos meses. Los meses con los valores promedios más bajos de humedad relativa corresponden a junio y julio los cuales se encuentran por debajo del 68%; causado principalmente por la falta de precipitaciones durante este lapso y la irradiación solar de igual forma, se evidencia que durante los meses de julio y agosto, en los cuales los promedios de brillo solar sobrepasan las 240 horas, los promedios de evaporación también son altos por encima de los 240 milímetros esto se puede evidenciar en las figuras 01, 02, 03. CIOH, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, (2018).

Figura 01. Condiciones meteorológicas de Riohacha

MEDIOS	ENERO	FEBRERO	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEP	OCTU	NOVIEM	DICIEM
TEMP MAX	39.2	36.7	39.8	38.4	38	38.6	38.1	38.8	39.4	36.6	35.8	38.6
TEMP MIN	17.2	17	17.0	17.2	20.8	20	17.2	19.8	19.2	20	18.8	16.8
TM-MÁX	32.4	32.5	32.5	32.6	33.2	34.2	34.8	34.8	33.4	32.4	32.1	32.3
TEMP	27.1	27.1	27.5	27.8	28.4	29.7	29.8	29.3	28.6	27.9	27.5	27.3
TM-MIN	21.8	21.9	22.9	24.2	24.8	25.3	25.2	25	24.4	23.7	23.3	22.5
HUM	70	70	71	74	75	68	66	71	76	79	79	74
EVA	202.8	204.4	223.7	200.4	199.3	244.0	254.2	242.1	192.1	165.0	154.5	185.3
BRILLO	259.3	229.8	235.4	195.0	193.5	230.3	249.4	236.5	198.1	211.7	217.5	238.2

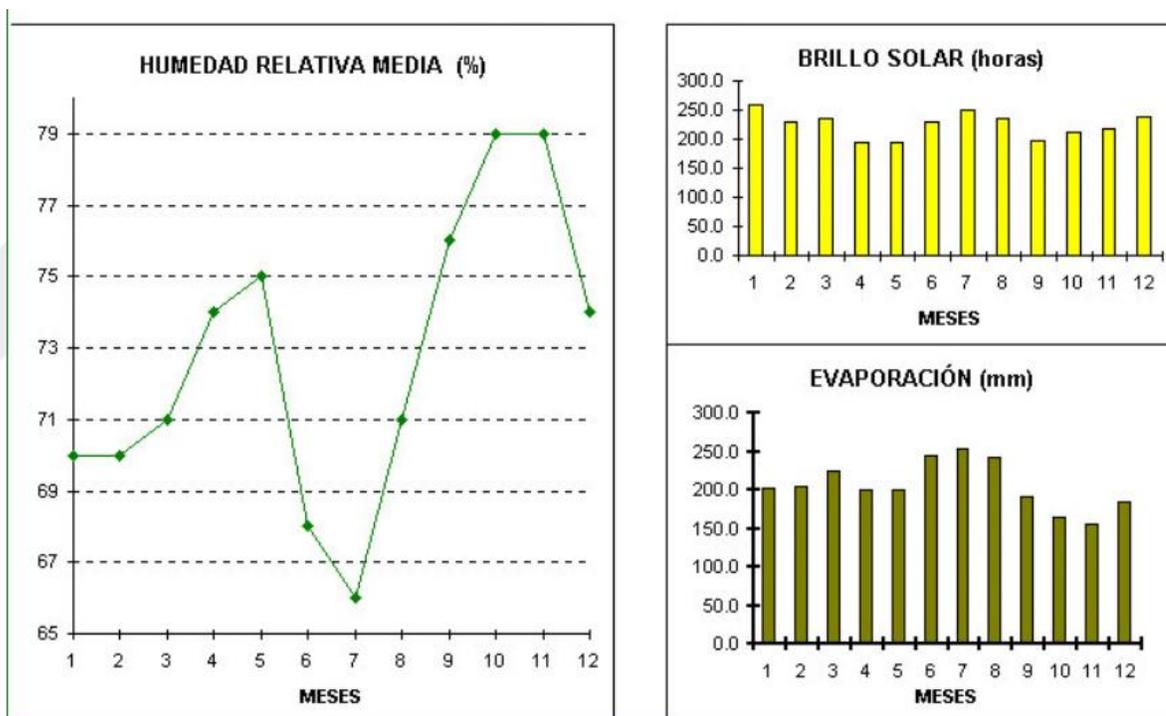
Fuente Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, (2018).

Figura 02. Temperatura



Fuente Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, (2018).

Figura 03. Humedad – Brillo solar



Fuente Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, (2018).

Por otra parte, en el año 2014 entró en vigor en Colombia la Ley 1715 Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Dicha ley promueve el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

1.4.1 Conveniencia.

El presente trabajo está principalmente enfocado en realizar un diseño funcional para la implantación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica. Todo esto con el fin de electrificar tanto los salones de clases como las oficinas de coordinación, de toda la institución educativa Isabel María Cuesta González sede Mauricio Lopesierra, que se encuentra ubicada en la troncal del caribe. Por lo que esto representa una ventaja ya que no se tiene obstrucción alguna de rayos solares por parte de edificios o árboles que impidan su normal funcionamiento.

El consumo energético actual en la institución educativa sobrepasa los \$4.000.000 de pesos mensuales, gasto que debe asumir el Distrito de Riohacha por

lo que es necesario brindar unas estrategias de ahorro para el futuro lo cual permitiría que este dinero ahorrado se pueda invertir en el mejoramiento de la planta física y así propiciar su crecimiento.

1.4.2 Relevancia social.

Debido a la necesidad que se tiene de suplir un servicio público básico como el de la energía eléctrica, en poblaciones que tienen diferentes necesidades se plantean este tipo de proyectos, que pueden representar un beneficio económico muy grande ya que si se plantea un sistema fotovoltaico interconectado a la red misma resulta una alternativa más barata y mucho más funcional.

Estos proyectos enfocados en generación de energías limpias aparte de todo son beneficiosos en el ámbito ambiental ya que representan una disminución en el consumo de energías que se generan a partir de combustibles fósiles, por lo que en la actualidad con la gran cantidad de problemas que está generando el cambio climático sería ideal que las instituciones educativas públicas en Colombia le apostaran a implementar este tipo de proyectos y más en departamentos como la Guajira.

1.4.3 Implicaciones prácticas.

En la actualidad la energía fotovoltaica es una de las fuentes de energía limpia más usadas en el planeta por sus múltiples beneficios uno de ellos es la no producción de polución durante su funcionamiento.

Por consiguiente, en los últimos años en Colombia se ha visto aumentado el consumo de este tipo de energía gracias a los proyectos implementados desde el gobierno central que han abaratado sus costos y así también solucionando los inconvenientes en el transporte de energía mediante redes eléctricas se hacía muy difícil en las zonas rurales y dispersas. En el país y en todo el mundo se realizan importantes esfuerzos para incrementar la integración de las diferentes formas de energía renovable como parte de la generación de energía eléctrica, con el objetivo de satisfacer el constante aumento de las necesidades energéticas, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Así mismo el departamento de La Guajira es privilegiado por su posición geográfica y su clima árido para la producción de energía fotovoltaica. Por eso se hace tan recomendable poner en marcha este tipo de proyectos para solucionar los constantes problemas que tenemos con la prestación del servicio de energía eléctrica por parte de la empresa prestadora.

Estos problemas hacen que cada día la calidad de vida del pueblo guajiro se vea disminuida y por ende repercute directamente en la prestación del servicio educativo en las diferentes instituciones del departamento.

1.4.4 Utilidad metodológica.

La elaboración de este proyecto será definida por varias etapas, la primera etapa consiste en el en realizar un estudio sobre el consumo de energía que se tiene actualmente en la institución y es aquí donde se pueden dar cuenta de la gran

cantidad de dinero que invierte el estado en gastos de energía eléctrica, estos dineros provienen del presupuesto anual que se le asigna al Distrito de Riohacha a través del sistema general de participaciones para el funcionamiento e inversión de los colegios públicos del Municipio.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Viabilidad

Este proyecto es viable ya que se pueden obtener gran cantidad de información sobre los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica, tanto en fuentes primarias ya que en la Guajira hay diversos proyectos implementados sobre energías alternativas y en fuentes secundarias porque en las bases de datos científicas existe una gran cantidad de información debido a que este tema es una tendencia mundial en la actualidad.

1.5.2 Lugar o espacio

El proyecto se realizó en la sede Mauricio Lopesierra de la Institución Educativa Isabel María Cuesta González del distrito de Riohacha y va a beneficiar a una población estudiantil de más de 1400 jóvenes entre edades de 10 a 20 años, y también a un aproximado de 42 docentes.

1.5.3 Tiempo

Este proyecto se realizó en el transcurso del periodo de octubre de 2019 a julio del año 2022.

1.5.4 Financiación

Este proyecto se realizó con recursos propios del investigador.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 El sol como fuente energética

El sol es la estrella más próxima a la Tierra. Tiene un radio de unos 700.000 km y una masa de 2×10^{30} Kg, unas 330.000 veces la de la Tierra. A su alrededor giran los planetas del sistema solar, aunque el concentra el 99% de la masa del mismo. Su densidad es $1,41 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. La temperatura de su superficie ronda los 6.000°C , aunque es algo menor en las manchas solares (alrededor de los 4.800°C). Las manchas solares tienen una gran influencia en nuestro clima. Cerca del centro la temperatura es de más de $15.000.000^\circ\text{C}$ y la densidad es unas 120 veces mayor que en la superficie. En esta zona se alcanzan presiones de 250.000 millones de atmosferas. Los gases del núcleo están comprimidos hasta una densidad 150 veces la del agua.

La fuente de toda la energía del sol se encuentra en el núcleo. Debido las condiciones extremas de presión y temperatura en su interior, tienen lugar reacciones nucleares de fusión. En estas, cuatro átomos de hidrógeno se combinan para convertirse en un átomo de helio. La masa del átomo de helio es 0,7% menor que la masa de los cuatro átomos de hidrogeno. Esa masa que falta es lo que se convierte en energía que, en forma de rayos gamma, se expande desde el núcleo hacia la superficie en los primeros 500.000 km de espesor de la esfera solar por radiación, ahí alcanza la zona en que el transporte es ya por convección y que permite a los fotones, después de un largo viaje de miles de años alcanzar la

superficie solar (M. Sánchez Maza, Energía Solar Fotovoltaica, México, Limusa 2010, pág. 11).

Se entiende por energía solar aquella que de forma directa o indirecta procede del Sol. El Sol es una estrella con un diámetro medio de $1,39 \cdot 10^9$ m y una masa de $2 \cdot 10^{30}$ kg, constituida por diversos elementos químicos en estado gaseoso, principalmente hidrógeno y helio (Martín y Ramírez, 1997). En su interior se produce de forma espontánea y continua la fusión de núcleos de hidrógeno para formar núcleos de helio. Debido a esta reacción de fusión nuclear se genera una enorme cantidad de energía en forma de calor. Como consecuencia de la elevada temperatura del Sol (de 8 a 40 millones de grados Kelvin en el interior del mismo y alrededor de 6.000 K en la superficie), éste emite energía en forma de radiación electromagnética.

A la radiación electromagnética emitida por el Sol se la conoce con el nombre de radiación solar y está constituida por un conjunto de ondas electromagnéticas de distintas longitudes de onda, que constituyen el espectro de dicha radiación. Como cualquier otra radiación del espectro electromagnético, la radiación solar puede ser analizada atendiendo a su naturaleza ondulatoria o corpuscular. De acuerdo con el primer aspecto, la radiación solar se comporta, en cuanto a su propagación, como una onda electromagnética en el espacio libre, caracterizada por su longitud de onda (λ) y su velocidad de propagación en dicho espacio, $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s (Sears et al., 1996).

Esto quiere decir que la radiación solar viaja en línea recta apartándose del Sol a la velocidad de la luz y que, si bien no hay pérdida de energía alguna en dicho espacio libre, la intensidad de la radiación decrece inversamente al cuadrado de la distancia al Sol. Es por ello que la Tierra intercepta tan sólo dos millonésimas partes de la energía total emitida por el Sol (Guardado y Artigao, 1990).

Estudiada la radiación desde el punto de vista corpuscular, ésta puede ser considerada como un conjunto de fotones dotados de diferente energía según sea la longitud de onda de la radiación, que se relaciona con la energía de los fotones atendiendo a la Ecuación de Planck (Sears et al., 1996): $E = h \cdot c / \lambda$ donde “h” es la constante de Planck ($6,6260755 \cdot 10^{-34}$ J·s), “ λ ” es la longitud de onda expresada en metros y “c” la velocidad de la luz en m/s. Según esta ecuación, la energía asociada a los fotones es inversamente proporcional a su longitud de onda. Atendiendo a su longitud de onda la radiación solar se divide en: - Radiación ultravioleta, con $\lambda < 360$ nm (380 nm para autores como De Francisco y Castillo, 1985) y con una gran energía asociada a sus fotones.

Se puede comparar con las “balas” de una pistola, de tamaño muy pequeño, pero con una gran energía concentrada (Margalef, 1992). En contacto con la materia viva, estos fotones, al igual que las balas, producirían la destrucción de la misma debido a que se provocarían alteraciones en las uniones moleculares de los átomos de la materia viva.

En forma de radiación ultravioleta se transporta, según diversos autores, una proporción variable del total de energía de la radiación solar: 4,7% (Portillo, 1985);

10% (Odum, 1986); 9% (Guardado y Artigao, 1990) o 7% (Margalef, 1992). En la estratosfera se absorbe de forma regular la radiación ultravioleta comprendida entre 200 y 310 nm y, por tanto, no llega a la superficie terrestre, permitiendo el desarrollo de la vida en la misma (Velázquez de Castro, 1996). Normalmente, la radiación ultravioleta es considerada dañina desde el punto de vista ecológico, por su propia naturaleza.

Sin embargo, dicha radiación puede generar un impacto ecológico positivo al favorecer la foto- descomposición de ciertos contaminantes atmosféricos, como por ejemplo algunos plaguicidas, aunque la máxima degradación ocurre a longitudes de onda algo más cortas que las que pueden llegar a la superficie terrestre (Navarro y Barba, 1992).

Radiación luminosa, con λ comprendida entre 360 y 760 nm (Margalef, 1992). Otros autores definen un λ entre 390 y 780 nm (De Francisco y Castillo, 1985). Corresponde a la luz visible por el ojo humano. Los fotones asociados a las longitudes de onda luminosas, poseen la energía necesaria para actuar sobre ciertos tipos de enlaces químicos, que reciben su energía de una manera “elástica”, es decir, similar a la energía que queda acumulada en un resorte o muelle que se comprime. La energía así recibida puede ser utilizada inmediatamente en procesos vitales de transferencia de energía, como si el resorte, de forma inmediata, volviera a su longitud normal (Margalef, 1992).

En este intervalo de longitudes de onda se localizan aquellas radiaciones que son captadas por las moléculas químicas de los organismos vivos que intervienen

en el proceso de la fotosíntesis, como la clorofila (con máximos de absorción en 430 nm y 680 nm), los carotenoides (con máximos de absorción en 500 nm y 660 nm) o las ficobilinas (con máximos de absorción en 400 nm y 550 nm). Sin la consecución de este proceso bioquímico es impensable el mantenimiento del flujo energético en la Biosfera y de la vida en la misma, y de ahí la importancia ecológica de este tipo de energía (Margalef, 1992).

En forma de radiación luminosa se transporta entre el 41 y el 46 % de la energía total transportada por la radiación solar: 46% según Portillo y De Francisco y Castillo, 45% según Odum, 41% según Guardado y Artigao y 42% según Margalef. A las radiaciones de longitud de onda menor de 760 nm se las conoce en conjunto con el nombre de “radiaciones de onda corta”, es decir, quedan incluidas bajo esta denominación las radiaciones ultravioletas y las luminosas. - Radiación infrarroja, con $\lambda > 760$ nm (Margalef, 1992) o bien $\lambda > 780$ nanómetros (De Francisco y Castillo, 1985), con fotones asociados de menor energía, comparables - citando de nuevo a Margalef - con “balones” que en su contacto con la materia viva producen una excitación de las moléculas de la misma y, por tanto, un aumento de su temperatura.

Tiene pues un efecto calorífico y una gran importancia desde el punto de vista del mantenimiento de temperaturas atmosféricas compatibles con el desarrollo de la vida.

En forma de radiación infrarroja se transporta el 49% del total de la radiación solar (Margalef, 1992). Otros autores indican porcentajes diferentes, como Odum (45%), De Francisco y Castillo (46%) o Guardado y Artigao (50%) A las radiaciones

de longitud de onda mayor de 760 nm se las conoce con el nombre de “radiaciones de onda larga”.

De otro lado en 1838 aparece la energía solar fotovoltaica en la historia de la energía solar. En 1838 el francés Alexandre Edmond Becquerel descubrió por primera vez el efecto fotovoltaico. Bequerel estaba experimentando con una pila electrolítica con electrodos de platino y se dio cuenta que al exponerla al Sol subía la corriente. Era el inicio de la energía solar fotovoltaica.

El siguiente paso se dio en 1873 cuando el ingeniero eléctrico inglés Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos. En este caso sobre el Selenio.

Pocos años más tarde, en 1877, El inglés William Grylls Adams profesor de Filosofía Natural en la King College de Londres, junto con su alumno Richard Evans Day, descubrieron que cuando exponían selenio a la luz generaba electricidad. De esta forma, crearon la primera célula fotovoltaica de selenio, <https://solar-energia.net/historia>.

2.1.2 Generación de energía.

Hoy en día, es indispensable el uso de equipos o herramientas eléctricas para cumplir a cabalidad las labores cotidianas, es por esta razón, que la demanda energética se hace cada vez mayor. (Castaño, David Ortiz, 2015) Algunos de los métodos de generación de energía tienen efectos negativos según su fuente de generación, por lo que ha generado que las normas ambientales sean más rigurosas

con el paso de los años con el objetivo de proteger el medio ambiente, velando porque las practicas que se generen sea en pro y no en contra se los ecosistemas.

Esta situación ha despertado en algunos empresarios, el interés por optar por un método de generación de energía eléctrica factible que a su vez sea amigable que aporte al medio ambiente y cumpla con las normatividades establecidas, teniendo en cuenta que el beneficio a largo plazo será mayor, debido a que está generando su propio sustento eléctrico y no depende de la red eléctrica local. La generación de energía de forma amigable comprende diferentes fuentes de producción, para cada fuente se utilizan mecanismos de aprovechamiento particulares a cada situación.

En ciertas ocasiones como el aprovechamiento de fuentes hídricas, es necesario elementos electromecánicos que sean capaces de aprovechar el libre movimiento (energía potencial) del fluido, para así tener un proceso adecuado. También hay otro mecanismo de tipo químico; como lo es el proceso que ocurre en los módulos fotovoltaicos, que por medio de una reacción química de algunos elementos al ser expuestos a los rayos solares producen cargas eléctricas que pueden ser aprovechadas o recolectadas en elementos para su posterior aprovechamiento.

2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Sobre este tema de investigación a través del tiempo han surgido diversas investigaciones, que a continuación las traigo a colación por considerarlas de relevancia para este proyecto.

Martínez, A (2016). Proyecto de investigación para optar al título de Doctorado en Innovación en Ingeniería de Producto y Procesos Industriales titulado *“Energía solar fotovoltaica integrada en la edificación: modelizado y análisis del efecto del sombreado en la captación de irradiación”*. Este proyecto este trabajo trata de profundizar con rigor en el potencial uso de la energía solar fotovoltaica integrada en la edificación, a través olvente de los edificios, para así obtener un aprovechamiento óptimo de la irradiación solar. Los modelos son extrapolables a cualquier envolvente de cualquier edificio y ubicación geográfica, pudiendo evaluar diferentes soluciones que permiten disponer de instalaciones solares fotovoltaicas eficientes en función de las necesidades de los usuarios.

La metodología propuesta es soportada por modelos matemáticos que simulan la generación eléctrica de los elementos fotovoltaicos en función de la captación de irradiación solar. Uno de las aportaciones más importantes es la incorporación del efecto de sombreado de obstáculos propios del edificio, de edificios contiguos, urbanos y orográficos, en la incidencia de la irradiación solar en diferentes entornos. Los resultados obtenidos se presentan en series temporales, de tal forma que es posible analizar de forma anual o estacional cada punto de la envolvente del edificio.

Una vez construido el escenario, los modelos desarrollados buscan todos los objetos posibles que pueden producir sombra dependiendo del vector solar, a lo largo de todo el año, y obtienen las curvas iso-radiantes en la envolvente. Esta metodología también permite analizar la ganancia o pérdida de irradiación sobre los elementos integrados en la fachada, tradicionalmente diseñados para proteger el interior de un exceso de radiación solar (paramentos, toldos, lamas horizontales o verticales); calcula la orientación ideal para elementos fijos y cuantifica la mejora de la eficiencia si se dota a los elementos de seguimiento solar (giro zenital, giro azimutal o desplazamiento lineal sobre la fachada) de la instalación de superficies captadoras en la envolvente de los edificios.

Adicionalmente, se proponen modelos para la estimación de la irradiación solar en cada punto de la envolvente de los edificios de una urbanización, combinando mapas de puntos LiDAR (Laser Detection and Ranging) con datos de irradiación solar.

Los métodos y resultados obtenidos han sido validados en diferentes instalaciones solares fotovoltaicas existentes. Esta Tesis presenta una metodología muy útil para avanzar en la integración arquitectónica de este tipo de energía en entornos urbanos (BIPV). El uso de fachadas para captar energía solar es una de las más prometedoras soluciones para la integración fotovoltaica en los edificios de las ciudades.

El estudio de este antecedente investigativo es oportuno para esta investigación ya que nos presenta el estudio de sistemas fotovoltaicos en las zonas

urbanas y en edificaciones. Lo cual es de mucha utilidad para llevar a cabo el diseño de nuestro proyecto.

Fernández y Cervantes (2017). Proyecto de investigación para optar al título de maestría Energías Renovables, Titulado "*Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira*". En este proyecto se presenta la propuesta del diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica de CFE en la Universidad Tecnológica de Altamira para disminuir la facturación de energía.

Se presenta un análisis para determinar el mejor de los sitios dentro de la Universidad Tecnológica de Altamira, así como el material necesario para la implementación de este sistema.

El sistema fotovoltaico propuesto consta de la etapa de generación de energía y la proyección con la que contribuirá a la reducción mensual de consumo de energía eléctrica a CFE, así como la disminución del pago de facturación de la misma.

Se busca que todo el sistema fotovoltaico funcione como un laboratorio para algunas materias de las carreras de Mantenimiento Industrial, Mecatrónica y Energías Renovables.

Se comenzó con el análisis de los recibos de facturación de energía eléctrica de la Universidad Tecnológica de Altamira; se analizaron los consumos de doce meses, comprendidos de agosto de 2014 a julio de 2015. Esta información nos

revela el comportamiento de los consumos de energía en los diferentes periodos que tiene la tarifa HM; con esta información se toma la decisión del porcentaje de ahorro deseado, así como el tamaño del SFVIR necesario para este ahorro.

Se realizó una evaluación de los posibles sitios dentro de la universidad para verificar la idoneidad para la captación del recurso solar, analizando las ventajas y desventajas que tendría la instalación del SFVIR en los rubros de instalación, seguridad, impacto ambiental e impacto social que tendría; como resultado de esta evaluación se eligió el sitio más idóneo, lo que nos da la pauta para el tipo de instalación a implementarse en el SFVIR.

El proyecto obtuvo como conclusiones las siguientes recomendaciones que van enfocadas a que la presente propuesta de proyecto sea más viable y el retorno de inversión más viable:

- 1.- Cuidar el factor de potencia. De los recibos de CFE se observan cargos por un factor de potencia fuera de rango, mismos que se podrían evitar teniendo control con un banco de capacitores.
- 2.- Periodo Punta. Teniendo un mejor control de las cargas en el horario punta, se reducirá considerablemente el importe por la energía consumida en este periodo, recordando que unos de los rubros de facturación es la “demanda facturable” y que en ésta influye mucho la demanda máxima en Punta.
- 3.- Áreas climatizadas. La falta de control sobre los equipos de aire acondicionado hace que el consumo de energía se incremente considerablemente en los periodos Intermedio y Punta. Teniendo control sobre los equipos de aire acondicionado trae

un impacto muy favorable en la reducción del consumo energético, requiriéndose un sistema FV menor al propuesto en el presente trabajo, y por lo tanto, más económico y con un mejor retorno de inversión.

4.- Iluminación led. Una forma de contribuir a que el consumo energético disminuya es el uso de la tecnología led en la iluminación, reemplazando las tecnologías antiguas y menos eficientes tanto para salones como para iluminación exterior.

5.- Automatización. La implementación de sistemas automatizados para control de equipos de aire acondicionado, de iluminación de salones y laboratorios disminuye considerablemente la energía no aprovechada correctamente.

En esta investigación nos muestra cómo se desarrollan los modelos de los sistemas interconectados a la red eléctrica lo cual es de gran utilidad para llevar a cabo nuestra investigación y como se da en el campo de una Universidad es de vital importancia su estudio.

San Martín, (2017). Proyecto de investigación para optar al título de Doctor en energías renovables titulada "*La energía solar térmica en la edificación. Estudio y caracterización del proceso global: captura, almacenamiento selectivo y uso eficiente*". El objetivo fundamental del presente trabajo es desarrollar y evaluar un nuevo diseño de nZEB basado en la captura solar híbrida, térmica y fotovoltaica, sobre su envolvente. El estudio se centra en los aspectos térmicos del edificio, proponiendo la cobertura de este tipo de demanda, que representa las dos terceras partes del consumo residencial total, a partir del recurso, también térmico, obtenido en la envolvente, consiguiendo con ello un mejor aprovechamiento del recurso solar. Por otra parte, la energía fotovoltaica capturada se desinará a la cobertura de la

demanda eléctrica del edificio, y excepcionalmente como sistema auxiliar para la térmica, si bien en la presente memoria no se profundiza en los aspectos relativos a esta utilización eléctrica.

El sistema de cobertura de la demanda térmica del edificio se divide en 4 grandes bloques:

1) Captura solar. El sistema propuesto se basa en la integración de los captadores solares en la envolvente del edificio, tanto en cubierta como en muros. El objetivo es implementar los captadores solares durante el propio proceso constructivo del edificio optimizando así su simplicidad y coste, para lo que se evaluarán dos diseños alternativos de captador, uno de mayor eficiencia y complejidad de implementación, y un segundo de menores prestaciones, pero mayor simplicidad.

2) Eficiencia del edificio. En paralelo al uso de energía renovable la consecución de los nZEB conlleva la minimización de su demanda. Para ello se proponen y evalúan diversas medidas de eficiencia energética centradas en aquellas que permitan un control dinámico de los procesos de intercambio térmico del edificio con su entorno.

3) Acumulación a corto plazo. Para acoplar el recurso con la demanda durante los ciclos día-noche se propone una acumulación térmica en material de cambio de fase (PCM). Estos materiales presentan una mayor capacidad de acumulación que la obtenida en forma sensible, y además ésta se produce a una temperatura casi constante (acumulación a temperatura selectiva).

Esto permite adecuar la temperatura de acumulación a la de uso, haciendo que no sean necesarios grandes saltos térmicos entre captura y demanda, y revalorizando así el recurso captado. Su uso implica la necesidad de acumular de

manera independiente para cada uso térmico. 4) Acumulación a largo plazo. Se propone hacer uso sistema de geotermia de baja entalpía para compensar las variaciones estacionales de disponibilidad solar.

El objetivo es estabilizar térmicamente el terreno bajo el edificio dentro de los límites de confort térmico, aumentando la inercia del mismo y reduciendo así su demanda en cualquier época del año. Para mantener estas condiciones térmicas se hace uso de dos zonas adicionales de subsuelo donde realizar una acumulación geotérmica en forma de calor de los excedentes de recurso de verano para su uso en invierno, y en forma de frío de las bajas temperaturas ambientales de invierno para su uso en verano.

En resumen, en este trabajo se propone un nuevo concepto de edificio de consumo casi nulo fundamentado en la gestión de los procesos térmicos que definen su comportamiento y su interacción con el medio exterior. Su evaluación, basada en un acoplamiento de entornos de simulación, muestra cómo es posible cubrir la práctica totalidad de su demanda térmica mediante la adecuada gestión del recurso térmico captado en su envolvente. Si bien el diseño de captador de cubierta resulta determinante en el grado de cobertura de demanda térmica alcanzado, el apoyo fotovoltaico posibilita que, incluso con un diseño de captador de baja eficiencia, sea posible cubrir por completo la demanda energética del edificio.

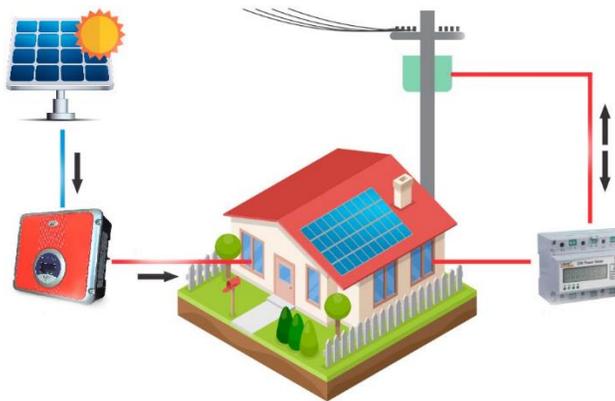
Este proyecto beneficia enormemente a la presente investigación ya que su objetivo es optimizar el uso de la energía Solar en los edificios urbanos lo cual es lo que se busca en como finalidad en nuestro diseño.

2.3 BASES TEÓRICAS

2.3.1 Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red eléctrica

Constituyen una alternativa prometedora en el futuro de las FRE. En estos sistemas la energía obtenida no se almacena, sino que se provee directamente a la red eléctrica comercial. Esto implica, por una parte, que el banco de baterías ya no es necesario y por otra se necesita de un equipo especial para adaptar la energía producida por los paneles a la energía de la red. Este tipo de sistemas puede suministrar energía eléctrica a núcleos urbanos que ya cuentan con una red de distribución de energía. (De Paepe et al., 2019).

Figura 04. Modelo de sistema fotovoltaico interconectado a la red



Fuente. <https://globalsolare.com> (2022)

2.3.1.1 Perfil de las cargas del consumo de energía eléctrica

Este análisis es el estudio del estado actual de consumo de energía que tiene la Institución educativa y cuál puede ser el consumo que se tendrá a futuro. Lo cual

se realiza para determinar los equipos necesarios para el funcionamiento de toda la planta física.

2.3.1.1.1 Demanda máxima en kWh

La demanda máxima es la potencia requerida más grande de todas que ocurre en un intervalo de tiempo establecido, comúnmente se le llama carga o demanda pico. (Donald G. Fink, H. Wayne Beaty, John M. Carroll pág. 186).

Carga detallada

Es la suma de potencias nominales de aparatos y equipos de consumo que se encuentran conectados a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en kVA, MVA, kW o MW. Enríquez, (2004).

Factor de potencia.

Es la relación entre la potencia activa (W, kW o MW) y la potencia aparente (VA, kVA, MVA), determinada en el sistema o en uno de sus componentes. Ramírez, (2009).

Tendencia.

Es la componente que recoge el comportamiento de la serie a largo plazo, para detectarse se requiere que la serie conste de un elevado número de observaciones, de esta forma apreciar un movimiento creciente o decreciente o estacionalidad. En el caso de la demanda de energía eléctrica la tendencia se puede tomar en periodos semanales, mensuales o anuales y son movimientos lineales o exponenciales relacionado con el constante crecimiento de los usuarios. BOWERMAN, Bruce; O'CONNELL, Richard y KOEHLER, Anne, (2007).

Fluctuaciones

Son movimientos ascendentes y descendentes de la serie que se repiten periódicamente. Al tiempo entre dos picos consecutivos se le denomina periodo estacional, y puede ser diario, semanal, mensual, anual, etc.; estos periodos se pueden determinar con la aplicación de la transformada rápida de Fourier (FFT), o bien por medio de la función de auto correlación. BOWERMAN, Bruce; O'CONNELL, Richard y KOEHLER, Anne, (2007).

2.3.1.1.2 Estabilidad del servicio

Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Congreso de la República de Colombia, 2001).

Calidad del servicio de energía

En la industria eléctrica, la percepción del servicio involucra la atención de fallas y el mantenimiento preventivo fuera de la percepción del cliente, así como aspectos de incertidumbre, producto de los fenómenos atmosféricos y accidentes provocados por terceras personas. Esto produce mayor complejidad en la medición de la percepción del servicio de energía eléctrica. Dávila Bustamante, M. E., Coronado Quintana, J. Á., & Cerecer Castro, B. M. (2012).

2.3.1.1.3 Proyección de crecimiento de la planta física

Esta proyección es la que se tiene en cuenta para determinar el crecimiento a futuro en un corto o mediano plazo de la planta física.

Proyectos de ampliación de planta física

En este indicador se va a realizar una investigación detallada de los proyectos que actualmente existen o están en curso para la ampliación de la planta física de la Institución Educativa. Se va a tomar como fuente de consulta la rectoría de la Institución y la secretaria de Educación y Cultura del Distrito de Riohacha

2.3.2 Generación de energía alternativa

Se denomina energía alternativa, o fuentes de energía alternativa, a aquellas fuentes de energía planteadas como fuente de energía a las tradicionales clásicas. (Enciclonet, 2009).

2.3.2.1 Vigilancia Tecnológica

La Vigilancia Tecnológica es un "Proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios". (UNE 166000:2006)

La Vigilancia tecnológica forma parte del proceso de Inteligencia Competitiva (IC) "Proceso ético y sistemático de recolección y análisis de información acerca del ambiente de negocios, de los competidores y de la propia organización, y comunicación de su significado e implicaciones destinada a la toma

de decisiones" UNE 1666006. La IC se apoya principalmente, en cuatro componentes de Vigilancia Estratégica:

- Vigilancia del Entorno: Identificación, valoración y uso de la información sobre legislación, aspectos medioambientales y socioculturales.
- Vigilancia Comercial: Identificación, valoración y anticipación de necesidades de consumo, estilo de vida y tendencias de demanda socioculturales.
- Vigilancia Competitiva: Valoración de competidores e identificación y valoración de productos y servicios en desarrollo o disponibles en mercados líderes.
- Vigilancia Tecnológica: Identificación, evaluación y uso de señales débiles para reconocer y advertir en una fase temprana, tecnologías emergentes, discontinuidades tecnológicas (innovaciones disruptivas o rupturistas), oportunidades y amenazas. (UNE 166000:2006)

2.3.2.1.1 Planeación

Es imposible estar informado de todo. Una prioridad para la organización consiste en elegir las áreas de interés estratégico en las que quiere estar bien informada. Hay varios ámbitos posibles: el mercado, la tecnología, los proveedores, los competidores, el entorno socio-económico (reglamentaciones, tendencias...). Estos temas de interés estratégico suelen denominarse Factores Críticos para el éxito de la empresa.

Es indispensable establecer las necesidades de información de la organización. A menudo el problema no es recibir una cantidad insuficiente de información sino

todo lo contrario. Se sigue una tendencia al exceso de información y a la difusión de información elaborada de modo insuficiente. Además, la información recogida no siempre se ajusta a la que sería necesaria para la toma de decisiones. Definidas las necesidades, deben seleccionarse las fuentes de información (Zaintek, p:22, 2003).

2.3.2.1.2 Búsqueda de la información

Identificadas las necesidades y las fuentes de información, debemos comenzar la búsqueda. Ésta es un proceso iterativo en donde siempre habrá que analizar los resultados para chequear si éstos se corresponden con lo esperado, y si no es así volver a iniciarlo. La búsqueda y selección de la información se realizará estableciendo una estrategia de búsqueda previa en las fuentes seleccionadas, que deberá incluir:

- Listado de los términos controlados, clasificados y agrupados según distintos puntos de vista
- Especificación de los conceptos de mayor y menor interés.
- Identificación de las fuentes pertinentes. Como resultado obtendremos informaciones formales que podremos complementar con otras de carácter informal. Muñoz Durán, J., Marín Martínez, M., & Vallejo Triano, J. (2006).

2.3.2.1.3 Análisis de la información

Una vez validada la información obtenida, debemos analizarla para darle valor de cara a la toma de decisiones. Este análisis dependerá del volumen de información a analizar (manejable o no), del contenido o su naturaleza (mediciones, artículos,

datos de encuestas) así como de su formato y estructura (informales, escritas, formalizadas). Muñoz Durán, J., Marín Martínez, M., & Vallejo Triano, J. (2006).

2.3.2.1.4 Difusión

El último proceso de la VT es la difusión selectiva de la información generada en función de las necesidades de información del usuario y reflejadas en su perfil.

Muñoz Durán, J., Marín Martínez, M., & Vallejo Triano, J. (2006).

2.3.2.2 Estudio técnico

Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita. (Rosales, 2005).

2.3.2.2.1 Soporte técnico

Es brindada por las empresas para que sus clientes puedan hacer uso de sus productos o servicios de la manera en que fueron puestos a la venta. La finalidad de la asistencia técnica es ayudar a los usuarios para que puedan resolver ciertos problemas.

Capacidad técnica del personal de la región.

En este indicador es donde se determina el personal calificado que existe en La Guajira y la región para el manejo e instalación de proyectos de energía fotovoltaica.

2.3.2.2.2 Tipos de tecnologías para la generación de energías alternativas

Tecnología Eólica

En general, un sistema eólico convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica, a través de un generador acoplado al rotor de una turbina.

En este sistema, las aspas del rotor reciben la fuerza del viento (energía cinética), la cual se convierte en energía rotacional, y seguidamente en torque mecánico (fuerza de accionamiento o energía mecánica). Ese torque mecánico se utiliza para accionar un generador, para la producción de energía eléctrica. Este tipo de sistema puede ser de dos tipos: costa adentro (on-shore), en la que las turbinas eólicas se ubican en tierra firme, mientras que en la tecnología costa afuera (off-shore) las torres se ubican dentro del océano. Ramírez, C. A. Y., & Guzman, Y. A. (2017).

Tecnología Solar

Las tecnologías solares apuntan a aprovechar la potencia infinita del sol, para producir calor, luz y energía eléctrica. Desde el punto de vista de la generación de electricidad se tienen dos opciones, la solar fotovoltaica, y la solar térmica.

La tecnología solar fotovoltaica convierte directamente la radiación solar en electricidad. Consisten básicamente de tres componentes principales: módulos, inversores y baterías. Los módulos convierten la radiación solar en electricidad, poseen paneles fotovoltaicos, en los cuales la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. Al conectar en serie estos dispositivos se obtienen diferencias de potencial mayores.

Los inversores se utilizan para convertir la señal en corriente continua generada en una señal de corriente alterna, y las baterías se utilizan para almacenar el exceso

de electricidad producida en un período determinado. El resto del sistema incluye elementos tales como: cableado, interruptores, estructuras de soporte, entre otras. Ramírez, C. A. Y., & Guzman, Y. A. (2017).

Tecnología Hidráulica

Consiste en la extracción de energía a partir de grandes caídas de agua, cuando se pasa dicho fluido a través de un dispositivo de conversión de energía.

El agua almacenada detrás de la represa contiene energía potencial, la cual se convierte en energía cinética cuando esta agua pasa a través de un conducto forzado. La energía cinética del agua se convierte en energía mecánica a medida que el agua hace rotar una turbina. Esta última está conectada mecánicamente a un generador, el cual convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Ramírez, C. A. Y., & Guzman, Y. A. (2017).

Tecnología Biomasa

La biomasa es aquella materia orgánica de origen animal o vegetal, que eventualmente pudiera ser aprovechada energéticamente. No se incluye en esta definición los combustibles fósiles y las materias orgánicas derivadas de éstos ya que, aunque aquellos tuvieron un origen biológico, su formación tuvo lugar en tiempos remotos. La biomasa es una energía renovable de origen solar a través de la fotosíntesis de los vegetales. Ramírez, C. A. Y., & Guzman, Y. A. (2017).

Tecnología Geotérmica

La energía geotérmica es la energía disponible en forma de calor dentro de la tierra, usualmente en la forma de agua caliente o vapor. De acuerdo con U.S. Department of Energy, (2012), el núcleo de la tierra puede alcanzar los 9.000 °F, este calor fluye

fuera del núcleo, calentando el área circundante, lo cual puede crear reservorios subterráneos de agua caliente y vapor. Ramírez, C. A. Y., & Guzman, Y. A. (2017).

Requerimientos tecnológicos

En este indicador es donde se define los requerimientos en las últimas tecnologías en sistemas generadores de energía fotovoltaica a utilizar.

Equipos a necesitar

En este indicador es donde se determina los equipos que se van a necesitar para la instalación de sistema de energía solar fotovoltaico interconectado a la red.

Capacidad de energía generada

En este Indicador es donde vamos a medir la capacidad que tienen los paneles solares escogidos por medio del estudio técnico, y así saber cuál será la necesidad total para el montaje del proyecto.

2.3.2.3 Estudio económico

El estudio económico contempla la viabilidad económica y el impacto que tendrá el proyecto en el ámbito financiero, tanto individual como empresarial. Castro, F. G. (2001).

2.3.2.3.1 Beneficios económicos

Consiste en buscar la mayor relación beneficio-costos en todas las actividades que involucren el uso eficiente de la energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Congreso de la República de Colombia, 2001).

Costo del operacionales

Esta es una definición de costos relacionada directamente con el proceso industrial, pero también, aunque tangencialmente se refiere a los costos comerciales o de servicios que fundamentalmente tienen como estructura los desembolsos de Remuneraciones, bienes, Servicios, Intereses.

C. Ferguson & J. Gould (2005) definen al costo como “un aspecto de la actividad económica, para el empresario individual esto implica sus obligaciones de hacer pagos en efectivo, para el conjunto de la sociedad, el costo representa los recursos que deben sacrificarse para obtener un bien dado”.

Costo -beneficio

Debido a la existencia de los diferentes tipos de paneles y la variabilidad de sus características técnicas, algunos proyectos de implementación de energía solar fotovoltaica, requieren realizar un estudio de preinversión que permiten evaluar la factibilidad de las diferentes alternativas existentes en el mercado; uno de los métodos comúnmente utilizados para esto, es el análisis costo beneficio (ACB), el cual es una evaluación socioeconómica que considera, en términos reales, los costos y beneficios directos e indirectos que los programas y proyectos de inversión generan para la sociedad, incluyendo externalidades y efectos intangibles (Morales Castro & Morales Castro, 2009).

2.3.2.4 Impacto de la implementación de un sistema generador de energía fotovoltaica

La energía eléctrica generada mediante paneles solares fotovoltaicos es inagotable y no contamina, por lo que contribuye al desarrollo sostenible, además

de favorecer el desarrollo del empleo local. Asimismo, puede aprovecharse de dos formas diferentes: puede venderse a la red eléctrica o puede ser consumida en lugares aislados donde no existe una red eléctrica convencional.

Por ello, es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas donde el tendido eléctrico no llega o es dificultosa o costosa su instalación o para zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año.

El coste de instalación y mantenimiento de los paneles solares, cuya vida útil media es mayor a los 30 años, ha disminuido ostensiblemente en los últimos años, a medida que se desarrolla la tecnología fotovoltaica. Requiere de una inversión inicial y de pequeños gastos de operación, pero, una vez instalado el sistema fotovoltaico, el combustible es gratuito y de por vida. Alquimodul. (2020).

2.3.2.4.1 Beneficios ambientales

Esto, a través de una evaluación de impacto ambiental, que es un procedimiento para alentar a los encargados de la toma de decisiones a que tengan en cuenta los posibles efectos de las inversiones en proyectos de desarrollo sobre la calidad ambiental y la productividad de los recursos naturales, e instrumento para hacer que los proyectos en desarrollo sean más sustentables y ambientalmente menos agresivos (Wathern, 1988).

Impacto Ambiental

Un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana. Sánchez, C. C., & Salvador, L. G. (2005)

Contribuir a la producción de energía limpia

Las energías renovables, de acuerdo con Ortega (2003) 30 son las que se aprovechan directamente de las fuentes naturales que se estiman inagotables, y que se muestran respetuosas del medio ambiente. Entre estas se pueden clasificar la energía solar térmica activa o pasiva, la energía solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la geotérmica.

2.3.2.4.2 Beneficios sociales

Se entiende por beneficios sociales el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. (Congreso de la República de Colombia, 2001).

Impactos positivos en la Implementación.

La energía solar tiene el potencial de cambiar drásticamente la forma en que el mundo obtiene su energía. Mientras que la energía solar se encuentra entre las formas más limpias del mundo de la energía, los planes para el desarrollo de parques solares escala utilidad han expresado su preocupación por los posibles impactos ambientales. (Dolezal, Majano, Ochs, y Palencia, 2013)

Mejoramiento de la calidad de vida

Calidad de vida general definida como el bienestar personal derivado de la satisfacción o insatisfacción con áreas que son importantes para él o ella. Ferrans (1990b).

2.3.2.5 Diseño del sistema generador de energía fotovoltaica

El diseño del sistema solar fotovoltaico básicamente consta de los siguientes: Comienza con los paneles solares sobre los que incide luz solar para convertirla en electricidad, el regulador evita sobrecargas y la reducción de la vida útil de las baterías, estas a su vez, son las encargadas de acumular la energía generada para ser empleada en periodos de poca o nula radiación y de donde se alimenta la carga; el inversor que suministra la electricidad a los artefactos en corriente alterna AC. (Martinench, 2014).

2.4 MARCO LEGAL

En Colombia, existe una amplia legislación para el sector eléctrico y el reto de desarrollar un marco normativo que impulse el desarrollo de las energías renovables y sostenibles, el cual pretende definir los lineamientos generales para generar una estrategia en el avance de la eficiencia energética y las energías renovables no convencionales.

Se hace necesario mencionar las leyes, decretos y artículos existentes sobre el entorno que pueden afectar o que se pueden convertir en un obstáculo para llevar a cabo la implementación de proyectos de energía fotovoltaica, por lo tanto, teniendo en cuenta el ámbito social, ambiental y fiscal, se contemplan las leyes, normativas y resoluciones que rigen el proyecto en su desarrollo y uso.

2.4.1 Constitución Política de Colombia 1991.

- Artículo 80, Título II, Capítulo III, de los derechos colectivos y del ambiente “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”.
- Artículo 339, Título XII Capítulo II De los Planes de Desarrollo. “Las entidades territoriales elaborarán y adoptarán de manera concertada entre ellas y el gobierno nacional, planes de desarrollo, con el objeto de asegurar el uso eficiente de sus recursos y el desempeño adecuado de las funciones que les hayan sido asignadas por la Constitución y la ley”.

- Artículo 365, Título XII Capítulo IV De la finalidad social del estado y de los servicios públicos. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios.
- Artículo 365, Título III Capítulo IV De la unidad de planeación minero energética 13, numeral 4. Evaluar la conveniencia económica y social del desarrollo de fuentes y usos energéticos no convencionales, así como el desarrollo de energía nuclear para usos pacíficos.

2.4.2 Leyes existentes para regular los sistemas de energía fotovoltaicos

- Ley 143 de 1994 Capítulo I Principios generales. En relación con el servicio público de electricidad, al estado le corresponde asegurar la adecuada incorporación de los aspectos ambientales en la planeación y gestión de las actividades del sector.
- Ley 697 de 2001 - Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se promueve la utilización de energías alternativas.
- Ley 1151 de 2007. Título II Capítulo II Descripción de los principales programas de inversión 6, sección 3.6 infraestructura para el desarrollo Se promoverán proyectos piloto de generación de energía eléctrica que estén

soportados en la implementación de tecnologías que utilicen fuentes de energía alternativa.

- Ley 1715 de 2014 - Promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable en el sistema energético nacional.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, expedido por el Ministerio de Minas y Energía.
- Ley 2036 de 2020 Por medio del cual se promueve la participación de las entidades territoriales en los proyectos de generación de energías alternativas renovables y se dictan otras disposiciones

En función de esta ley, se van emitiendo una serie de decretos y/o resoluciones para darles más claridad a los interesados, para este caso en el conducto regular en temas técnicos, ambientales, tributarios, etc., que serían procedimientos encabezados por el Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente, las CAR (Corporación autónomas regionales) y demás dependencias según su competencia.

2.4.3 Para el caso de las instalaciones fotovoltaicas deben acogerse a los siguientes decretos:

- Decreto 2469 de diciembre de 2014 el cual establece los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración, expedido por el Ministerio de Minas y Energía.

- Decreto 2492 de diciembre de 2014 el cual adopta disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta a la demanda energética, expedido por el Ministerio de Minas y Energía.
- Documento CREG 097 – diciembre de 2014: El cual regula la actividad de autogeneración, expedido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.
- DECRETO NÚMERO 1073 DE (mayo 26 de 2015) “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía”
- Decreto 21434 del 4 de noviembre del 2015 “Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014”.
- Res. 045 de febrero de 2016 - Procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de fuentes no convencionales de energía (FNCE).

2.5 MARCO CONTEXTUAL

2.5.1 Preliminares

2.5.1.1 Reseña Histórica

La que por muchos años se llamó Escuela Isabel María Cuesta González, está ubicada en la calle 15 No. 12 – 21 esquina, de la ciudad de Riohacha. Inicialmente se denominó Escuela Mixta No. 7 registrada en el DANE con el No. 1440010101842.

En el año 1975 se abrieron las puertas del plantel para el ingreso de los educandos siendo su primer director el Licenciado Rafael Tobías Redondo. Se inició con la básica primaria de primero a quinto (1º a 5º), en sus dos jornadas, con una nómina de profesores Normalista. En ese momento no se había asignado el nombre y como estaba pintada de verde se le llamó popularmente “El Verde”.

En el año 1977 renunció de su cargo el director anteriormente mencionado y en su reemplazo ascendieron a Tomas Valentín González.

En 1979 fue designada como directora la señorita Estela Redondo quien ejerció hasta el 25 de febrero de 1985. A partir de esta fecha ocuparon este cargo sucesivamente, el profesor Alfonso Campo, la señora Imera Bruges de Redondo, la señora Noralba Redondo, la señora Rosa Cuenta y desde el 28 de febrero del 2002 fue nombrada la profesora Piedad Bustamante Frías quien desempeña el cargo de Rectora de la Institución Educativa Isabel María Cuesta González. En el transcurso del año lectivo 2002 y en cumplimiento con la Ley 715 Artículo 9, constituida la nueva Institución Educativa Isabel María Cuesta González, integrada con las escuelas

Mauricio Lopesierra y José Arnoldo Marín, por intermedio de la Secretaria de Educación Departamental.

2.5.1.2 Localización

La escuela Mauricio Lopesierra es de carácter oficial, mixto dependiente de la secretaria de Educación Departamental. Se encuentra ubicada en la cabecera urbana del municipio de Riohacha, específicamente en la calle 15 N° 12ª – 43, Teléfono 7292406, ciudad capital del Departamento de la Guajira, identificada en la Secretaria de Educación como Escuela Urbana Mixta No. 2 “Mauricio Lope sierra” que en la actualidad la asumió la secretaria de educación de Riohacha como ente certificado.

2.5.1.3 Misión

La Institución Educativa Isabel María Cuesta González oferta a la comunidad en general los niveles educativos de preescolar, básica y media, brindando una educación incluyente, pluriétnica y cultural, en aras de formar estudiantes en valores, con sentido crítico, manejo de las tics y competencias empresariales, apoyados en el modelo pedagógico cognitivo con enfoque sociocultural. Liderando procesos de innovación educativa que impulsen la participación de los educandos en la creación de proyectos microempresariales, que le permitan mejorar su calidad de vida, la sana convivencia y desenvolverse en una sociedad globalizada.

2.5.1.4 Visión

Nos proyectamos como una institución de educación y desarrollo del potencial humano, gestores en la innovación pedagógica, la formación en valores y el emprendimiento; comprometida con la comunidad educativa y con la resignificación del tejido social de la región, para ofrecer a la sociedad individuos analíticos y propositivos, con habilidades para la era digital, capaces de liderar proyectos comunitarios que coadyuven a mejorar las condiciones del entorno y afrontar la competitividad.

2.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.6.1 Definición Nominal

2.6.1.1 Variable 1: Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red eléctrica

2.6.1.2 Variable 2: Generación de energía alternativa

2.6.2 Definición conceptual

2.6.2.1 Sistema Fotovoltaico Interconectado a la red eléctrica

Constituyen una alternativa prometedora en el futuro de las FRE. En estos sistemas la energía obtenida no se almacena, sino que se provee directamente a la red eléctrica comercial. Esto implica, por una parte, que el banco de baterías ya no es necesario y por otra se necesita de un equipo especial para adaptar la energía producida por los paneles a la energía de la red. Este tipo de sistemas puede suministrar energía eléctrica a núcleos urbanos que ya cuentan con una red de distribución de energía. (De Paepe et al., 2019).

2.6.2.2 Generación de energía alternativa

Se denomina energía alternativa, o fuentes de energía alternativa, todas aquellas que provienen de recursos naturales y de fuentes inagotables, todas aquellas que, al producirlas, no contaminan. (Enciclonet, 2009).

Tabla 1. Cuadro de Variables

Objetivo General: Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico Interconectado a la Red eléctrica, para la generación de energías alternativas en la Institución Educativa Isabel María Cuesta González Sede Mauricio Lopesierra Del Distrito De Riohacha.						
Variable	Objetivos	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Técnica de recolección (Observación, revisión bibliográfica, revisión web, encuesta, entrevista otros)	Ítems
sistema Fotovoltaico Interconectado a la red eléctrica	Realizar el perfil de las cargas sobre el consumo de energía eléctrica que tiene la Institución Educativa para el funcionamiento de toda su planta física.	Perfil de las cargas de consumo energético	Demanda máxima en kWh	Carga detallada	Lista de chequeo: Consumo por elementos existentes.	Estudio realizado por empresa certificada
				Factor de potencia	Lista de chequeo: Análisis según recibos de energía eléctrica de los últimos 6 meses	
				Tendencia detallada	Lista de chequeo: análisis de cargas diarias.	
				Fluctuaciones	Análisis de indicadores de consumo	
			Estabilidad del servicio.	Calidad del servicio de energía	Lista de chequeo: verificación de fallas en el servicio. Encuesta sobre la percepción de la estabilidad del servicio	Estudio realizado por el investigador
		Proyección de crecimiento de la planta física.	Proyectos de ampliación de planta física	Verificación de proyectos de ampliación con la rectoría		
	Realizar una vigilancia tecnológica para seleccionar las tecnologías factibles económicamente que sirvan al diseño del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa	Vigilancia tecnológica	Planeación	Elaboración ficha de vigilancia tecnológica	Revisión bibliográfica realizada en las plataformas científicas (SCOPUS, PATENINSPIRATION) Y Revisión en base de datos comercial (ALIBABA)	Estudio realizado por el investigador
			Búsqueda de la información	Numero Bases de datos consultadas		
				Numero Ecuaciones aplicadas		
				Numero Registros recopilados		
Análisis de la información	Numero de registros para analizar	Estudio realizado por el investigador				

			Difusión	Elaboración de Informe	<ul style="list-style-type: none"> Nuevas tecnologías en el mercado Países líderes en aplicación de las energías alternativas Últimas patentes publicadas 		
			Estudio técnico	Soporte técnico	Capacidad técnica del personal de la región.		Realizar un estudio por parte del investigador de las empresas existentes en la región que puedan instalar estos servicios
				Tipos de tecnologías para la generación de energías alternativas	Requerimientos tecnológicos		Realización de un estudio técnico donde se observan las características que se requieren para la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica.
					Equipos a necesitar		
			Capacidad de energía generada				
			Estudio económico	Beneficios económicos	Costos operacionales		Realizar un estudio donde se determine la factibilidad económica que tiene la implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a red eléctrica.
					Costo -beneficio		
	Determinar el impacto socio-ambiental que traería la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa.	Impacto que traería la implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica	Beneficios ambientales	Impacto ambiental	Estos beneficios se determinarán a través de la Matriz de LEOPOLD.		
				Contribuir a la producción de energía limpia	Realizar un estudio donde se evalúe los impactos en emisiones de CO2 que tienen la producción de energía fotovoltaica.		
			Beneficios sociales	Impactos positivos en la Implementación.	Encuesta sobre los beneficios de implementar un sistema de energía alternativa en la Institución		
Mejoramiento de la calidad de vida							
Generación de energía alternativa	Diseñar el sistema fotovoltaico interconectado a la red que sea acorde con el porcentaje requerido para minimizar costos y garantizar el servicio de energía eléctrica constante en la Institución educativa.	Diseño del sistema generador de energía fotovoltaica	Este objetivo se realizará basado en el estudio realizado en este proyecto				

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

Antes de definir propiamente los métodos mixtos debe comentarse que en la segunda década del siglo XXI se han consolidado como una tercera aproximación o enfoque investigativo en todos los campos. Basta con ver el notorio incremento en los libros de texto y artículos académicos que se han publicado sobre ellos.¹ Y, en parte, su desarrollo y aceptación se deben a que diversos fenómenos han sido abordados desde siempre bajo la óptica mixta de manera natural. Por ejemplo, el diagnóstico clínico en medicina interna.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández-Sampieri, Fernández, Baptista, 2014).

Chen (2006) los define como la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno, y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien, que dichos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la

investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”).

En resumen, los métodos mixtos utilizan evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias (Creswell, 2013a y Lieber y Weisner, 2010).

Se escoge el enfoque mixto ya que en el transcurso de la investigación se deben tomar datos cuantitativos los cuales se analizan de manera cualitativa para tomar las diferentes decisiones sobre las características que debe tener el diseño del sistema fotovoltaico Interconectado a la Red.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Con base en los objetivos planteados y las teorías que soportan el presente estudio, esta investigación se tipifica como descriptiva. En referencia a este tipo de estudio, Hernández, Fernández y Baptista (2014) sostienen que los estudios descriptivos miden de manera independiente los conceptos y variables a los que se refieren y buscan especificar las propiedades importantes de las personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. En concordancia, Tamayo y Tamayo (2011), sostienen que los estudios descriptivos son aquellos dirigidos a describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza actual de la variable o fenómeno investigado.

Por otro lado, esta investigación también es de tipo aplicada ya que tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor

agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. De esta manera, se genera riqueza por la diversificación y progreso del sector productivo. Así, la investigación aplicada impacta indirectamente en el aumento del nivel de vida de la población. J. Lozada (2014).

Por lo que se busca en esta investigación es identificar los impactos de la puesta en funcionamiento del proyectos de entorno energético del departamento de La Guajira, también se requiere conocer cuál es en nivel de consumo de energía eléctrica que tiene la Institución educativa en la actualidad, y realizar una vigilancia tecnológica de las nuevas tendencias en energía fotovoltaica, por lo cual es indispensable plantear que el tipo de investigación sea descriptiva y a su vez aplicada, ya que la finalidad es realizar un diseño de un sistema óptimo de energías alternativas para la Institución Educativa Isabel María Cuesta González en la sede Mauricio Lopesierra.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El Diseño es un concepto definido por diversos autores, considerándose como un método más que específico, aplicado; el cual no se ciñe a una serie de actividades sucesivas y organizadas, sino a la estructuración de estas, pero desde el desarrollo de estrategias y tomas de decisiones que deben adaptarse a las particularidades de cada investigación, y que indican las pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para recolectar y analizar los datos.

Según Sampieri (2014). El diseño de investigación es el que analiza la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular. o para aportar la

evidencia respecto los lineamientos de investigación. El diseño formalizado que aumenta la probabilidad de que la investigación proporcione la información deseada para tomar decisiones.

En base a los objetivos planteados, el diseño de esta investigación es no experimental, de tipo transeccional y de campo, ya que en la misma no se pretende modificar o manipular la realidad actual de la variable y los datos requeridos se obtendrán directamente del sitio donde sucedieron los hechos en un momento único del tiempo. Hernández, Fernández y Baptista (2014), señalan que la investigación no experimental es un estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de la variable y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos; estos diseños recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir la variable y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

3.4 POBLACIÓN

Según Arias (2006, p.81) define población o población objetivo a: “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación”. Esta queda determinada por el problema y por los objetivos del estudio.

También el mismo autor nos da las delimitaciones de cómo debe como debe ser la población.

La población objetivo debe estar delimitada con claridad y precisión en el problema de investigación, interrogante y en el objetivo general del estudio

Deben estudiarse poblaciones FINITAS y ACCESIBLES. Esto facilitará la determinación de un tamaño muestral adecuado, ajustado a la disponibilidad y tiempo

Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario tomar muestra.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente podemos decir para este proyecto consideramos 3 poblaciones, la primera será los beneficiarios que podrán surgir con la implementación de este proyecto que aproximadamente son 1255 personas entre toda la comunidad educativa.

La segunda es la población finita la cual se le van a aplicar los instrumentos que serán los estudiantes de grado 10 y 11 en conjunto con los docentes y administrativos que están en la sede. Lo cual se va a plasmar en la siguiente tabla.

Tabla 2: Definición de la población

Población	Cantidad	Porcentaje
Administrativos	11	3.43%
Docentes y directivos docentes	44	13,75%
Estudiantes	265	82,8%
Total	320	100,00%

Autor: (M. Polo, 2022)

Nuestra tercera población será la beneficiada con la generación de energía que se le inyectará a la red eléctrica de servicios públicos.

3.5 MUESTRA

La muestra es el conjunto menor de individuos (subconjunto de la población accesible y limitado sobre el que realizamos las mediciones o el experimento con la idea de obtener conclusiones generalizables a la población). El individuo es cada uno de los componentes de la población y la muestra. En tal sentido la muestra es en esencia, un subgrupo de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características, llamado población, contribuyendo a que la información recaudada sea exacta a la que se obtendría del universo que conforma en este caso la Institución Educativa Isabel María Cuesta González sede Mauricio Lopesierra (Fernández et al, 2003).

Los pasos para definir la muestra, según Kinnear y Taylor son:

- Definir la población
- Identificar el marco muestral de donde se obtienen las unidades muestrales (lista existente o confeccionada con la *unidad de análisis, ejemplo: nominas, registros, bases de datos)
- Determinar el tamaño de la muestra
- Seleccionar un procedimiento de muestreo
- Seleccionar la muestra

El tamaño de la muestra tanto de los docentes, directivos docentes, administrativos y estudiantes que se tomaron de la sede Mauricio Lopesierra, se calculó tomando la fórmula recomendada por Sierra Bravo (1996), la cual se observa a continuación:

$$n = \frac{4 * N * P * Q}{E^2 * (N - 1) + 4 * P * P}$$

Donde: n = es el tamaño de la muestra que se calculará.

4 = es una constante.

P y q = son las probabilidades de éxito que tiene un valor asignado de 50% cada una.

N = es el tamaño de la población.

$E2$ = es el error seleccionado por el investigador.

Remplazando los valores, en la fórmula obtenemos:

$$n = \frac{4 * 320 * 50\% * 50\%}{5\%^2(320 - 1) + 4 * 50\% * 50\%} = \frac{320}{1.7975} = 178.05 \approx 178$$

De la aplicación de la fórmula se obtuvo una muestra total de treientos dos (178) personas del total de la población de docentes y directivos docentes, administrativos y estudiantes de la sede Mauricio Lope Sierra.

De los diferentes tipos de muestreo para esta investigación se seleccionó el muestreo probabilístico porque permite reducir al mínimo el tamaño del error en las predicciones. De esta manera, esta técnica es esencial en los diseños de investigación por encuesta, por cuanto posibilita la realización de estimaciones de variables en la población, y además cada docente, directivo docente, administrativo y estudiante perteneciente a la sede Mauricio Lope Sierra, tiene la misma probabilidad de ser elegido. Además, se realiza una estratificación aleatoria de la población, ya que esta se encuentra dividida en subpoblaciones representadas por docentes, directivos docentes, administrativos y estudiantes de la Institución

Educativa. Por lo que se utilizó la fórmula de Shiffer, citada por Chávez (2001), lo cual permitió calcular el tamaño de cada estrato.

$$n_i = \frac{nh * n}{N}$$

De donde:

n_i = Estrato que se determinará

n = Tamaño adecuado de la muestra

nh = Tamaño del estrato de la población

N = Tamaño de la población

Ya teniendo todos estos datos reemplazamos los valores en la fórmula y tenemos los resultados plasmados a continuación para calcular la muestra de los docentes:

$$n_i = \frac{44 * 178}{320} = 25$$

Se realizaron el cálculo a cada uno de los subconjuntos existentes y se resumieron en la siguiente tabla:

Tabla 3: Calculo de la muestra

Población	Cantidad	Porcentaje
Administrativos	6	3.37%
Docentes y directivos docentes	25	14,05%
Estudiantes	147	82,58%
Total	178	100,00%

Autor: (M. Polo 2022)

3.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Concepto de Técnica e Instrumento Se entiende por técnica el proceso de obtención de datos y el instrumento es el formato utilizado para recopilar dichos datos. Tanto las técnicas como los instrumentos de recolección de datos, dependen del tipo de investigación, de la situación problemática y de los objetivos que se han trazado. Navarro (2009, p.69).

Para esta investigación como es de tipo Mixta utilizaremos diferentes tipos de instrumentos de recolección de datos como los son la observación documental que según Balestrini (2002), Se refiere en primer lugar, a una lectura general de materiales bibliográficos, para buscar y observar aspectos de interés para la investigación y, en segundo lugar, a una lectura profunda de los textos, con la finalidad de identificar aspectos fundamentales y lógicos y extraer datos bibliográficos de interés para la investigación objeto de estudio. Otro instrumento que se utilizara es la observación estructurada que es la técnica que permite obtener información en función de los objetivos de la investigación, sin entablar comunicación con los sujetos objeto de estudio. Tamayo (2002). También se van a utilizar son las encuestas que se utilizan cuando obtenemos de forma directa, información de los individuos que constituyen los elementos de la población objeto de estudio. Navarro (2009, p.71).

3.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los instrumentos de recolección de información son un conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y

transmitir los datos sobre estos conceptos Fernando Castro Márquez indica que las técnicas están referidas a la manera como se van a obtener los datos y los instrumentos son los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención y archivo de la información requerida para la investigación.

Para aplicar los instrumentos de recolección de datos se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Debes conocer qué es lo que vas a preguntar o determinar en función del problema planteado, de las variables presentes.
- Debes determinar cuál o cuáles son los instrumentos más idóneos para encontrar las respuestas que te inquietan.
- Debes conocer ese, o esos instrumentos en particular, cómo se aplica, cómo se elabora, el número de ítems Etc.
- Es recomendable una aplicación previa a un número reducido de entrevistados a objeto de poder corregir cualquiera falla.
- Es recomendable que los ítems formulados sean factibles de cuantificarse de llevarse a una tabla o gráfico donde puedas observar el comportamiento en detalle de esa variable investigada
- En la recopilación de datos debemos seguir entre otros los siguientes pasos: la selección de la técnica, su diseño, su aplicación y la recopilación de la información, para finalmente procesarla.

Ya entendido este proceso los instrumentos que se van a aplicar para la recolección de la información son 3. En primer lugar, se harán unas listas de cotejo

o de control donde a través de la observación se recolectarán los datos con los cuales se estimará la cantidad de energía que consume la institución educativa en un periodo de tiempo, en segundo lugar, se van a aplicar 2 encuestas que son cuestionarios que tienen preguntas cerradas y tipo Likert a la comunidad educativa. Cada encuesta se aplicará a 178 personas escogidas aleatoriamente para determinar su percepción actual del servicio de energía eléctrica que presta la empresa encargada y la segunda encuesta se aplicara para establecer la opinión sobre los beneficios que tendrían la implementación este tipo de proyectos en la institución. Por tercer lugar se aplicarán 2 reportes de vigilancia tecnológica en diferentes etapas del proyecto para obtener información sobre las leyes y decretos que regulan el uso y funcionamiento de las energías alternativas en Colombia y a su vez se utilizara en la realización de la investigación sobre las tecnologías emergentes que existen en la actualidad sobre los sistemas de energía Fotovoltaica interconectado a la red. Para la revisión bibliográfica de estos elementos se investigará en diferentes bases de datos científicas y de patentes.

3.8 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

El instrumento de medición debe reunir dos características básicas: Validez y confiabilidad. La primera se refiere a la precisión con que un instrumento mide lo que se persigue en una investigación, mientras que la segunda señala el grado de seguridad que presenta al medir. Si los datos obtenidos no son producto de instrumentos válidos y confiables, los resultados no serán consistentes y las conclusiones que partan de estos merecerán poco crédito. En consecuencia, es

fundamental evaluar el grado en que un instrumento de medición es preciso y seguro. Navarro (2009, p. 84).

Validez De acuerdo con lo señalado anteriormente, antes de aplicar el instrumento a la muestra determinada es necesario validarlo con la finalidad de determinar la precisión del instrumento. Es decir, si efectivamente mide la variable que se pretende medir. Por consiguiente, la validez del instrumento, depende de cómo se llevaron los indicadores de las dimensiones, de la variable objeto de estudio y sometidas a medición, a preguntas en el instrumento. Navarro (2009, p. 84).

Para determinar la validez del instrumento se consultaron a 2 expertos uno metodológico y otro técnico. Estos expertos emitieron sus observaciones y recomendaciones a los instrumentos de recolección de datos con el fin de determinar si los cuestionarios y las listas de chequeo tiene congruencia y claridad para obtener la información requerida para el proyecto.

El análisis de los expertos de se orientó a realizar las siguientes recomendaciones y correcciones:

Las opciones de respuesta de cada pregunta deben estar clasificadas por las letras del abecedario para facilitar la tabulación e interpretación.

Se recomienda que para los ítems 14, 15, 16, 17, 23, se amplíe las opciones de respuesta de tal manera que no se abuse del modelo dicotómico. A modo de ejemplo en la pregunta 14 se podría replantear de la siguiente forma:

Teniendo en cuenta que la institución educativa paga más de 4 millones de pesos mensuales en el servicio de energía eléctrica. ¿Cómo valora usted el costo de este servicio?

a. Aceptable () b. Ligeramente Alto () C. Costoso () d. Exagerado ().

En este proyecto, para obtener la confiabilidad de los instrumentos se obtuvo a partir de una prueba piloto aplicada a 8 sujetos (4 estudiantes, 3 docentes, 1 directivo docente), para obtener el grado de confiabilidad se utilizó el software SPSS a través de la aplicación del coeficiente Alfa de Crombach. Donde se considera que un instrumento con un alfa superior al 0.7 tiene buena confiabilidad interna, nuestro alfa arrojó como resultado el primer cuestionario un alfa de 0.79 y nuestro segundo cuestionario de 0.81, por lo que se considera confiable nuestros instrumentos y procedemos a la aplicación.

4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se analizan los resultados de la investigación considerando los indicadores de las dimensiones, subdimensiones con referente a las variables de sistemas fotovoltaico interconectado a la red eléctrica y generación de energía alternativa como estrategia para plantear las conclusiones y recomendaciones con el fin de Proponer un sistema fotovoltaico Interconectado a la Red para la generación de electricidad en la Institución Educativa Isabel María Cuesta González Sede Mauricio Lopesierra Del Distrito De Riohacha.

4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de los instrumentos aplicados para la recolección de información y su análisis estadísticos. Los datos se analizaron con el fin de cumplir cada uno de los objetivos específicos.

Objetivo específico 1: Realizar el perfil de las cargas sobre el consumo de energía eléctrica que tiene la Institución Educativa para el funcionamiento de toda su planta física.

Dimensión: Perfil de las cargas de consumo energético.

Subdimensión: Demanda máxima en kWh

Indicador: Carga detallada.

Para lograr cumplir este indicador se aplicaron 3 listas de chequeo que son Consumo por elementos existentes, el Análisis según recibos de energía eléctrica de los últimos 6 meses donde la institución educativa estuvo en funcionamiento, se

deja claridad que por motivos de que los meses desde diciembre a febrero los colegios en el Distrito de Riohacha se encuentran de vacaciones y la tercera lista de chequeo es el estudio de cargas diarios que se realizó con la ayuda de la empresa MTECH. En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos:

Estudio de consumo

Tabla 4: Consumo por elementos existentes

Ítem	Elemento de consumo	Cantidad de elementos existentes	Consumo en Watts	Consumo de kW/h	Nº de horas de uso promedio al día	Total consumo (cant*conskW/h) * Horas uso
1	Computadores de mesa	3	300	0,3	8	7,2
2	Portátiles	40	180	0,18	10	72
4	Video Beam	1	498	0,498	5	2,49
5	Switch de Internet	1	80	0,08	24	1,92
6	Impresora	1	100	0,1	8	0,8
7	Aires acondicionado pared 12000BTU	4	1700	1,7	8	54,4
8	Aires acondicionado mini split	5	1500	1,5	10	75
9	Nevera 320Lt	1	450	0,45	24	10,8
11	Enfriadores	2	700	0,7	15	21
12	Fotocopiadora	1	1500	1,5	8	12
15	Televisores 32"	1	550	0,55	12	6,6
18	Planta de sonido	1	350	0,35	1	0,35
19	Parlantes de 800 Watt	2	300	0,3	1	0,6
20	Tablet	180	100	0,1	0,4	7,2
21	Ventilador de techo	6	60	0,06	10	3,6
22	Ventilador de pared	30	70	0,07	10	21
23	Luces de pasillo 60	20	60	0,06	5	6
24	Lámparas de tubo	50	60	0,06	10	30
25	Lámparas de alógeno	5	500	0,5	6	15

26	Bombillos led	15	60	0,06	5	4,5
TOTAL						352,46

Fuente: elaboración propia (2022).

Tabla 5: Análisis según recibos de energía eléctrica de los últimos 6 meses del año 2021 – 2022

Mes	Consumo Total mes kW	Promedio Diario kW/h
Agosto	6800	226,7
Septiembre	9440	314,7
Octubre	7360	245,3
Noviembre	7600	253,3
Diciembre	5440	181,3
Marzo	6960	232,0

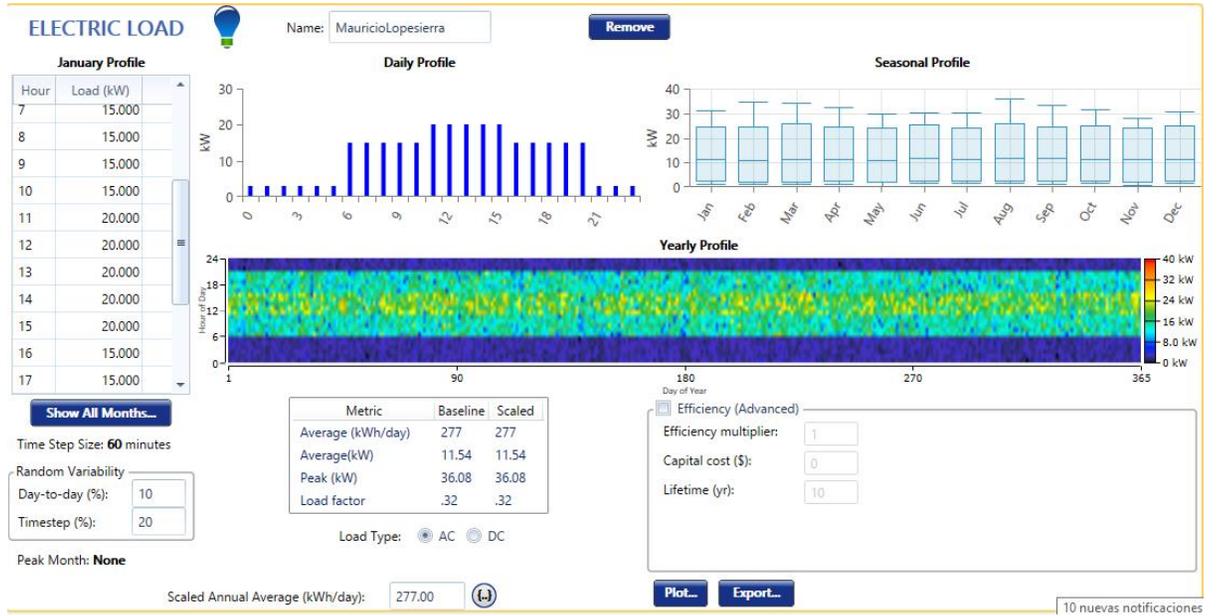
Fuente: elaboración propia (2022).

Tabla 6: Análisis comparativo de consumo promedio kW/h

Mes	Análisis de consumo por elementos	Análisis de consumo Factura contando 30 días	Análisis de consumo Factura contando 22 días
Agosto	352,46	226,7	309,1
Septiembre		314,7	429,1
Octubre		245,3	334,5
Noviembre		253,3	345,5
Diciembre		181,3	247,3
Marzo		232,0	316,4
Promedio	352,46	242,2	330,3

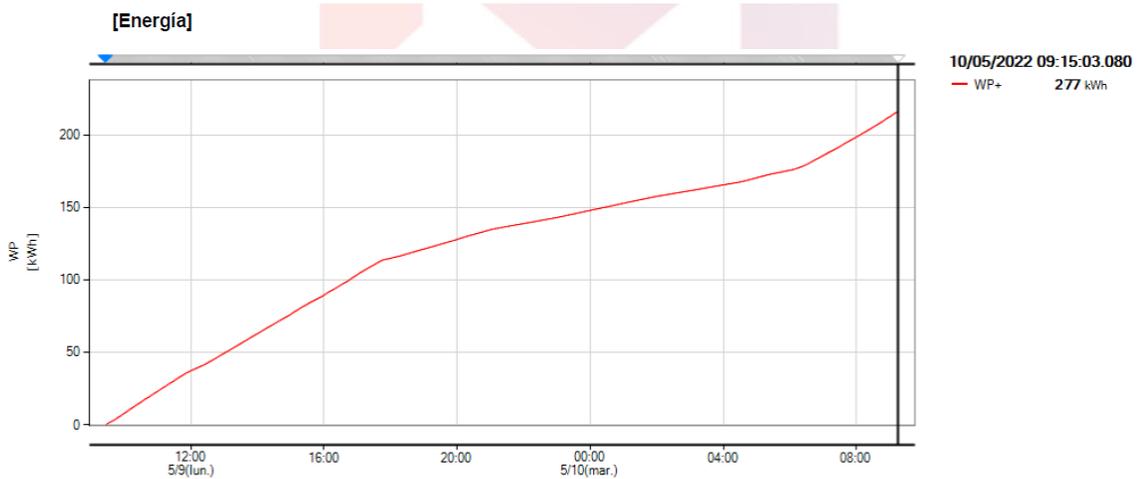
Fuente: elaboración propia (2022).

Figura 5: Consumo promedio diario



Fuente propia (2022). Homer PRO

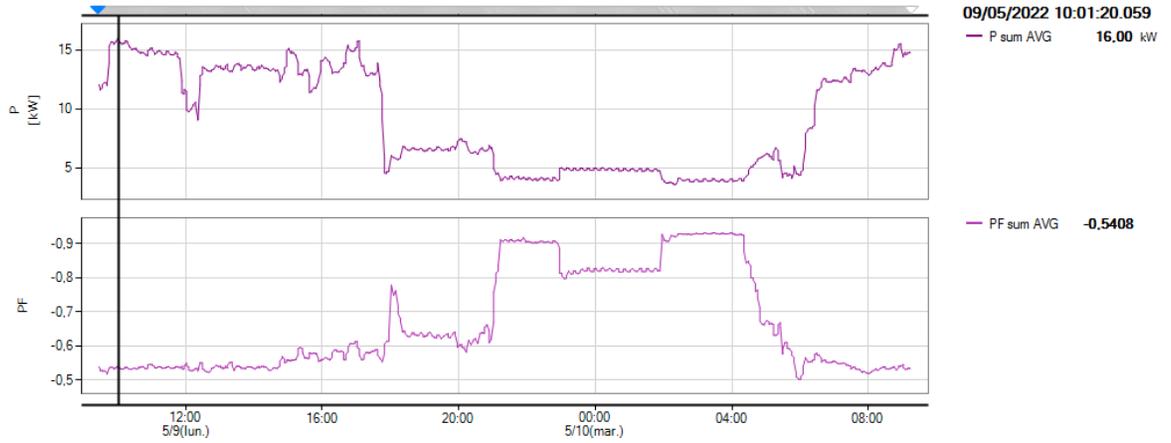
Figura 6: Lectura de consumo promedio diario



Fuente propia (2022).

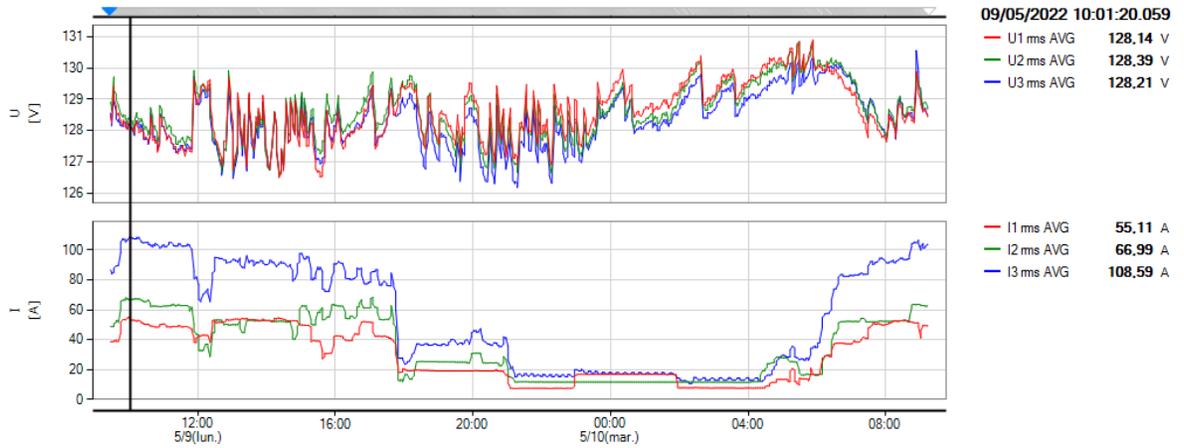
Indicador: Factor de potencia

Figura 7: Potencia



Fuente propia (2022).

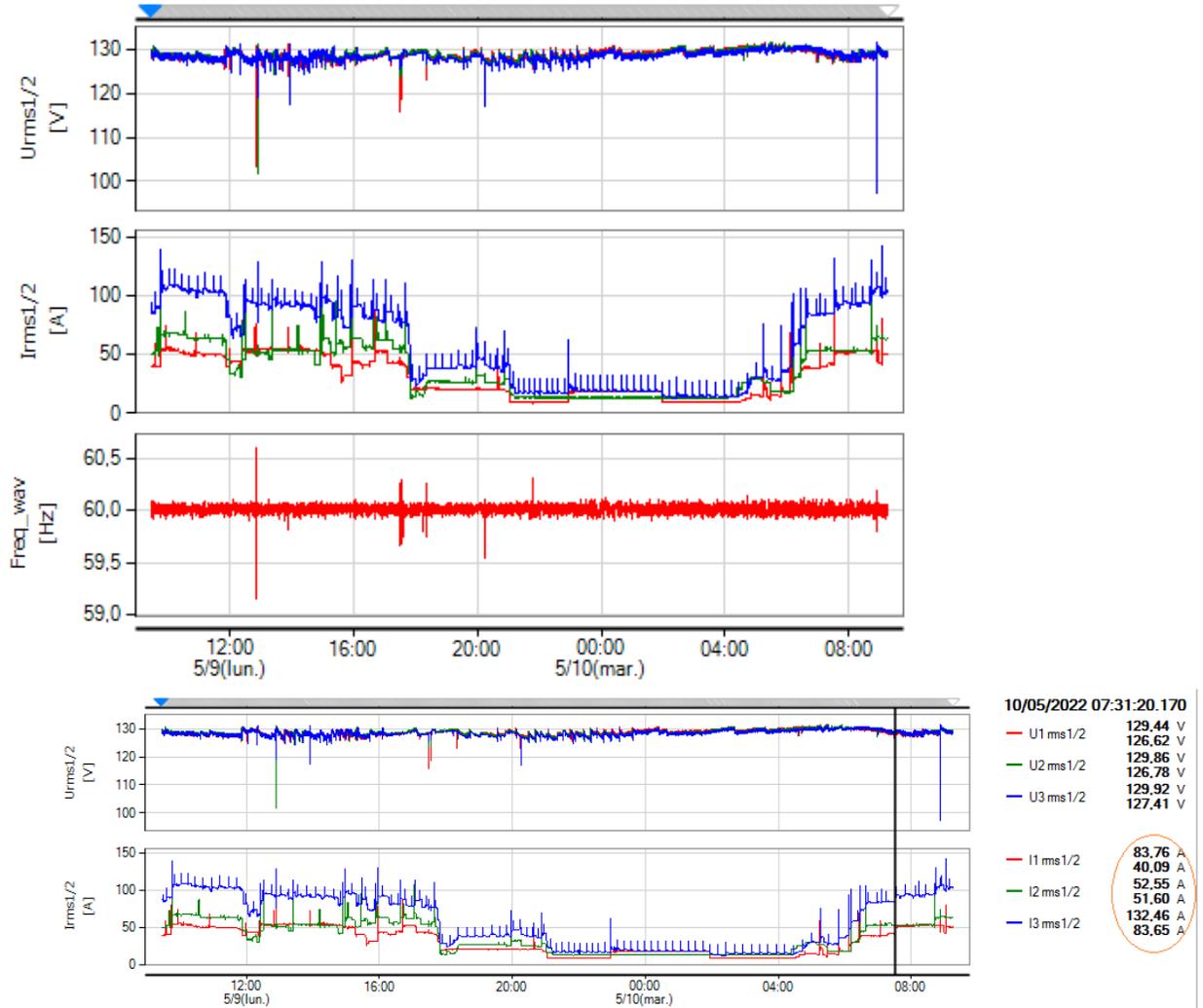
Figura 8: Voltaje/Corriente



Fuente propia (2022).

Indicador: Tendencia detallada

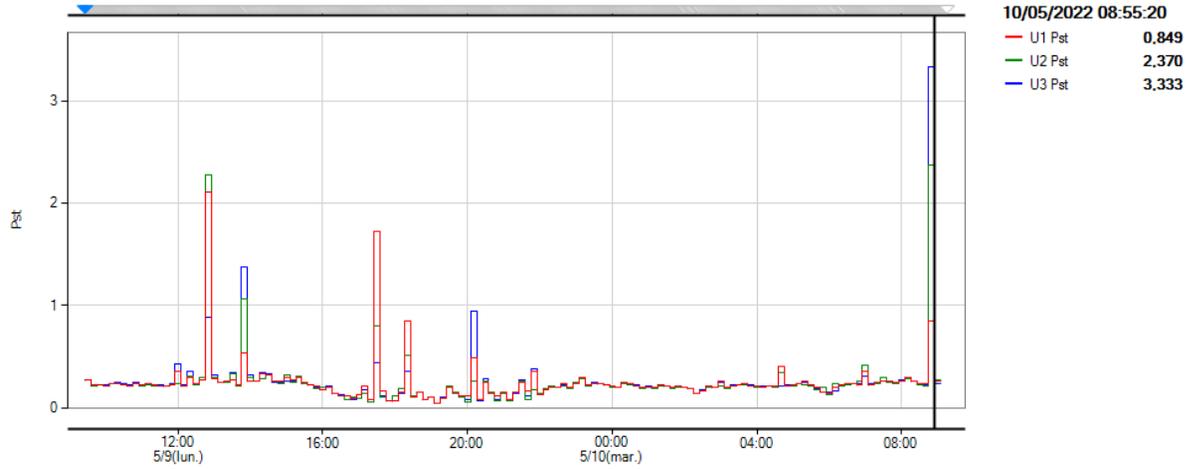
Figura 9: Tendencia detallada



Fuente propia (2022).

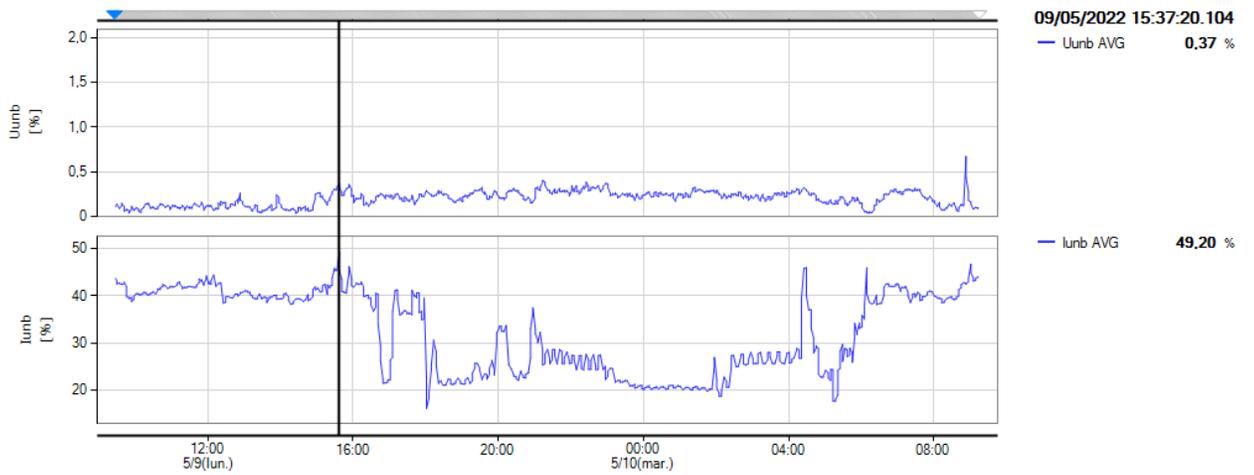
Indicador: Fluctuaciones

Figura 10: Fluctuaciones



Fuente propia (2022).

Figura 11: Desbalances



Fuente propia (2022).

Tabla 7: Análisis de indicadores de consumo

N°	Indicador	Si	No	Observaciones
1	En la observación se encontró que el consumo es adecuado a la cantidad de artículos en la institución educativa.		x	Se observa una diferencia en los 3 indicadores que plantea que existen fugas de energía y problemas en los circuitos eléctricos de la Institución educativa
2	En la observación se encontró algún desperfecto en la instalación de los artículos eléctricos.	x		Se encontró que las fases del tablero principal están invertidas lo que está ocasionando eventos eléctricos (subidas y bajones) frecuentes en la institución.
3	En la observación se encontró alguna fuga de energía no controlada.	x		Se evidencia que en varios meses el consumo promedio por los 22 días que se utiliza la institución educativa es mucho mayor que la constatada en el estudio de cargas que se realizó en la semana del 9 al 13 de mayo de 2022.
4	En la observación se evidencio que el consumo registrado en las facturas corresponde a la real.		x	
5	En la observación se encontró que el consumo promedio diario es el indicado.	x		En el estudio de medición hecho en la semana del 9 al 13 de mayo de 2022 se encontró que el pico de consumo es 277 kw/h, lo que indica que este es el consumo adecuado que se va a tomar en cuenta para realizar el Diseño del sistema
6	En la observación se evidencio que el sistema eléctrico interno esta correctamente instalado		x	No, el sistema eléctrico tiene problemas en su instalación lo que provoca fugas y eventos eléctricos repetitivos, que ocasionan daños en los aparatos eléctricos que se encuentran funcionando

Fuente: elaboración propia (2022).

Según las tablas 04 y 05 y figuras 02 y 03 nos muestra el análisis de consumo que tiene la institución educativa a través de la observación que se realizó en la institución donde se tuvo en cuenta todos los aparatos que funcionan con energía eléctrica y que son vitales para la prestación del servicio educativo lo cual arrojó un promedio de consumo de 352,46 kW/h.

Para contrarrestar esta información también se tomó el análisis del consumo registrado en las facturas de energía eléctrica que arrojó un promedio de 330.3 kW/h lo que se observó una mínima variación en los dos promedios, donde si se encontró grandes diferencias fue en el estudio que realizó la empresa MTECH que por una semana se realizó una medición para observar el comportamiento de parámetros eléctricos tales como corriente, tensión, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, armónicos de tensión en el sistema, en las redes eléctricas del inmueble. Esta diferencia se dio debido a que el consumo en la Institución educativa es mayor de lunes a viernes y los fines de semana baja drásticamente por eso el promedio del consumo diario presentado en las facturas eléctricas presenta variación ya que ellos toman estos promedios a 30 días, también puede darse debido a que los consumos en kW reales de los electrodomésticos varían por su uso y antigüedad. Por lo que para el diseño del proyecto se tendrá en cuenta esta medición que es de 277 kWh, ya que esta se hizo en tiempo real con toda la planta física en funcionamiento.

Subdimensión: Estabilidad del servicio

Indicador: Calidad del servicio de energía.

Para cumplir este indicador se plantearon como 2 instrumentos para recolectar la información uno de ellos fue una lista de chequeo donde los porteros de la institución registraban cada vez que el servicio de energía fallaba y cuánto tiempo duraba la institución sin el servicio. Las fechas en que se llevó a cabo esta verificación fue desde el primero de febrero de 2022 hasta el 15 de abril de 2022.

En esta lista se relacionaron campos como la fecha de la interrupción, el tiempo total que estuvo la institución sin el servicio y también se relaciona si la interrupción se debe a un mantenimiento programado o por alguna falla imprevista.

Tabla 8: Verificación de interrupciones del servicio de energía

VERIFICACIÓN DE INTERRUPCIONES DEL SERVICIO DE ENERGÍA			
N°	FECHA Y HORA DE LA INTERRUPCIÓN	DURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN EN MINUTOS	EL MANTENIMIENTO ESTABA PROGRAMADO
1	03/02/22 4:15 p.m.	50	No
2	04/02/22 6:15 a.m.	480	Si
3	10/02/22 7:25 p.m.	35	No
4	13/02/22 8:17 a.m.	65	No
5	13/02/22 2:40 p.m.	180	No
6	13/02/22 10:10 p.m.	40	No
7	19/02/22 6:00 a.m.	480	Si
8	24/02/22 12:00 p.m.	60	No
9	27/02/22 2:30 p.m.	200	No
10	28/02/22 4:00 a.m.	120	No
11	01/03/22 5:00 a.m.	420	No
12	05/03/22 10:50 a.m.	80	No
13	09/03/22 4:15 p.m.	90	No
14	19/03/22 3:30 p.m.	180	No
15	20/03/22 6:40 a.m.	80	No
16	20/03/22 9:20 a.m.	30	No
17	24/03/22 2:20 p.m.	120	No
18	28/03/22 8:30 a.m.	45	No
19	28/03/22 1:10 p.m.	100	No
20	28/03/22 6:50 p.m.	30	No
21	30/03/22 3:15 p.m.	300	No
22	30/03/22 9:00 p.m.	400	No
23	02/04/22 4:00 a.m.	80	No
24	02/04/22 7:20 a.m.	40	No
25	02/04/22 4:00 p.m.	60	No
26	02/04/22 6:17 p.m.	30	No
27	05/04/22 10:44 a.m.	500	Si

28	06/04/22	3:22 a.m.	40	No
29	06/04/22	6:50 a.m.	80	No
30	06/04/22	11:30 a.m.	70	No
31	06/04/22	3:50 p.m.	120	No
32	08/04/22	1:40 p.m.	600	Si
33	11/04/22	2:20 a.m.	180	No
34	11/04/22	8:30 a.m.	240	Si
35	11/04/22	6:40 p.m.	30	No
36	11/04/22	9:30 p.m.	20	No
37	13/04/22	10:00 a.m.	25	No
38	13/04/22	5:30 p.m.	120	No
39	15/04/22	9:45 a.m.	30	No
40	15/04/22	3:40 p.m.	85	No

Fuente: Polo (2022)

Analizando esta lista de chequeo tabla 08, se pudo notar que las interrupciones en estos 74 días que se estudiaron los cortes fueron más de 40 en diferentes horas del día, pero son más frecuentes en horas de la noche. Y de estas 40 interrupciones solo 5 estaban programadas.

Lo que deja entrever es que las fallas del servicio son muy frecuentes por que 43 interrupciones en 74 días es un porcentaje muy alto y sumando los minutos que estuvo la institución sin energía eléctrica nos da un total de 6672 minutos sin energía lo que equivale a un total de 111.2 horas sin el servicio en 74 días esto equivale al 6% del total del tiempo.

Para cumplir este indicador también se aplicó una encuesta a 177 miembros de la comunidad educativa donde se incluyen administrativos, docentes y estudiantes sobre la percepción que tienen del servicio de energía eléctrica que tiene la institución.

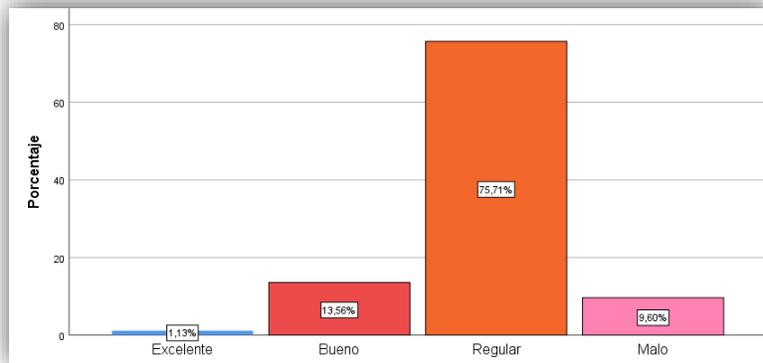
A continuación, se presenta el análisis estadístico de la encuesta.

¿Considera usted que la calidad el servicio de energía prestado por la empresa Encargada en la institución educativa es?

Tabla 9: Calidad del Servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Excelente	2	1,1	1,1	1,1
	Bueno	24	13,6	13,6	14,7
	Regular	134	75,7	75,7	90,4
	Malo	17	9,6	9,6	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 1.



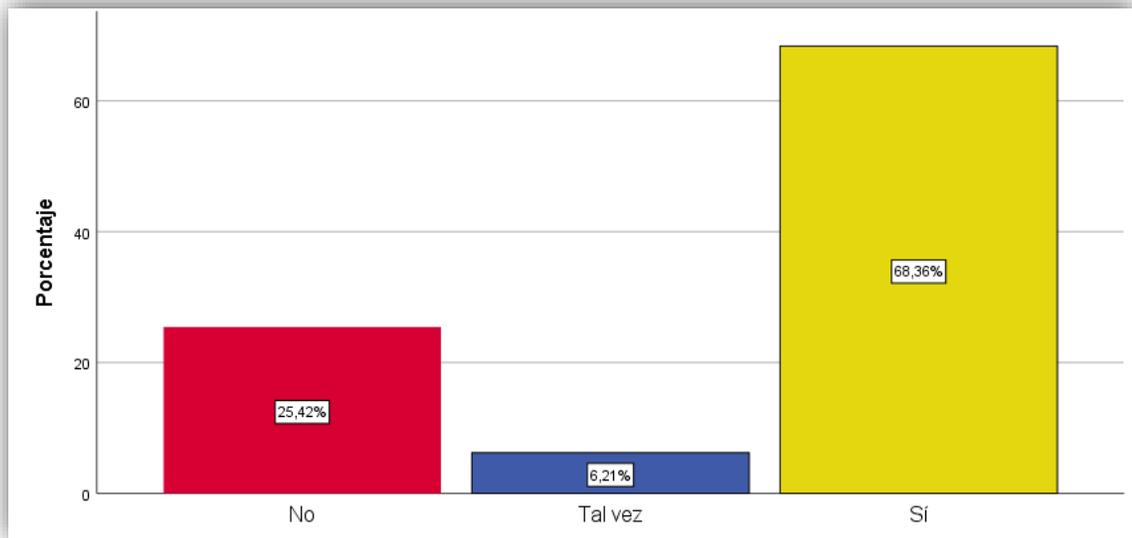
En esta pregunta se puede notar que la percepción del servicio de energía eléctrica con el que cuenta la institución que es prestada por la empresa Encargada, el 75.71% considera que es regular, esto deja entrever el descontento que tiene toda la comunidad educativa con un servicio que no llena las expectativas el cual pueda garantizar la prestación del servicio de energía eléctrica.

¿Considera usted que por la falta de fluido eléctrico en la Institución educativa se pueden presentar dificultades en prestación del servicio académico?

Tabla 10: Dificultad en la prestación del servicio educativo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	45	25,4	25,4	25,4
	Tal vez	11	6,2	6,2	31,6
	Sí	121	68,4	68,4	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 2.



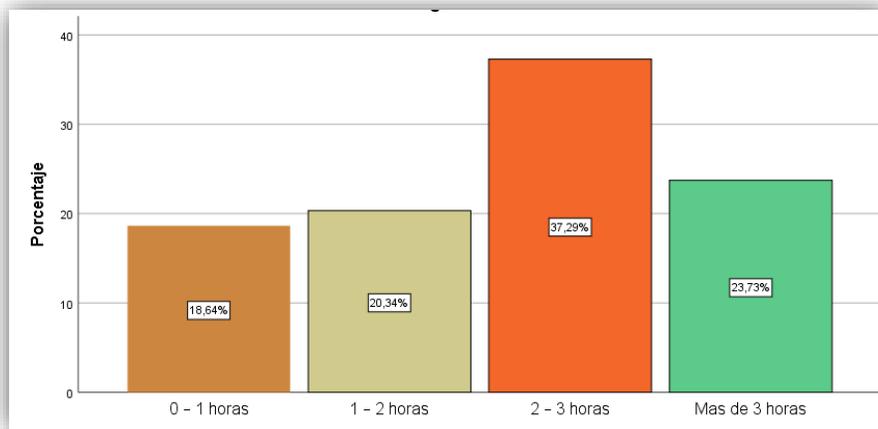
En esta pregunta se puede notar que la mayoría de la comunidad educativa el 68.36%, considera que sin energía eléctrica no se puede dar un proceso académico normal, por las condiciones de infraestructura con la que cuenta la institución, y el contexto ambiental de la ciudad de Riohacha donde las temperaturas son extremadamente altas, sobre todos de 10 de la mañana a 4 de la tarde.

¿Por lo general cuando se presentan fallas en el servicio de energía eléctrica en la Institución educativa cuanto demora en regresar el servicio?

Tabla 11: Tiempo de las Fallas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0 – 1 horas	33	18,6	18,6	18,6
	1 – 2 horas	36	20,3	20,3	39,0
	2 – 3 horas	66	37,3	37,3	76,3
	Mas de 3 horas	42	23,7	23,7	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 3.



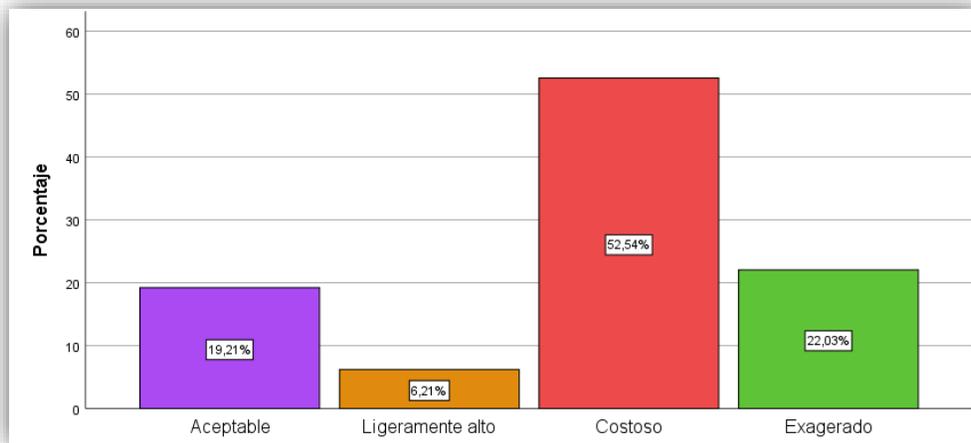
En estas respuestas la comunidad educativa nos deja ver que la percepción del tiempo que demoran los constantes apagones por parte de la empresa Encargada demora más de 3 hora según el 37,29% de los encuestados, esto genera un gran descontento por parte de toda la comunidad educativa ya que estar sin energía eléctrica durante ese tiempo en la institución se convierte en calvario.

Teniendo en cuenta que la por el servicio de energía eléctrica la alcaldía de Riohacha paga por la institución educativa más de 4 millones de pesos mensuales ¿Piensa usted que el valor económico del servicio es?

Tabla 12: Costo del servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Aceptable	34	19,2	19,2	19,2
	Ligeramente alto	11	6,2	6,2	25,4
	Costoso	93	52,5	52,5	78,0
	Exagerado	39	22,0	22,0	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 4.



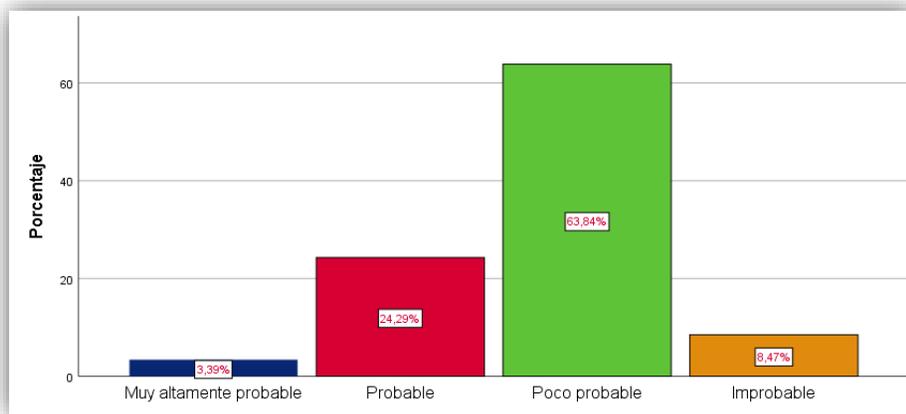
En esta pregunta más del 52% de los encuestados responden que poseemos un servicio costoso, seguido de un 22% que dice que es exagerado. Esto nos da mas de un 74% que nos está dando a entender que pagar de 4 millones de pesos por el servicio de energía eléctrica es muy alto comparado con la calidad en del servicio prestado y aunando a esto que las tarifas todos los meses vienen incrementando esto está dejando un sin sabor en la comunidad educativa en general.

¿Usted cree que la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica puede mejorar las condiciones del actuales del servicio en la institución educativa?

Tabla 13: Mejorar las condiciones del servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy altamente probable	6	3,4	3,4	3,4
	Probable	43	24,3	24,3	27,7
	Poco probable	113	63,8	63,8	91,5
	Improbable	15	8,5	8,5	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 5.



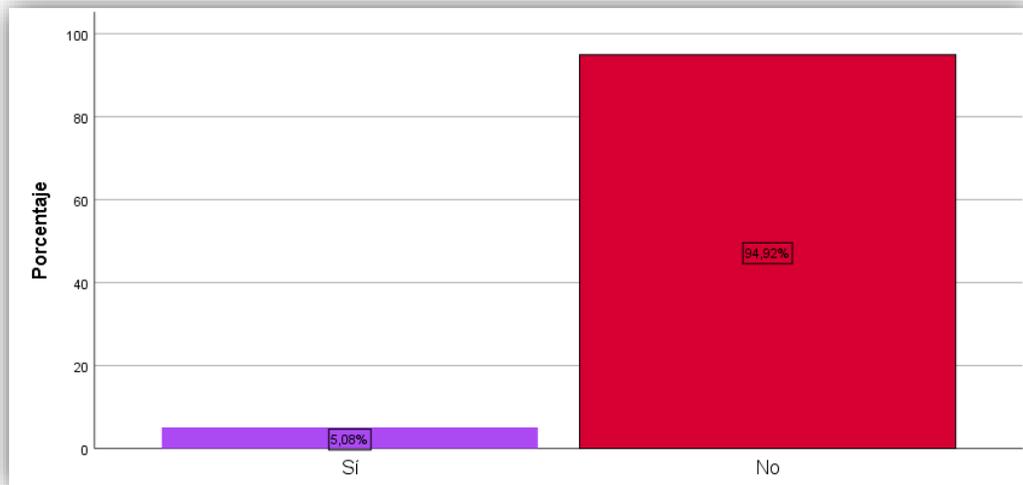
En esta pregunta más del 63% de los encuestados nos está diciendo que es poco probable que la empresa mejore el servicio de energía que brinda a la Institución, estos nos dejan ver el descontento generalizado que existe por el mal servicio y las pocas esperanzas de que la situación cambie en un futuro.

¿Usted conoce si alguna vez la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica ha ofrecido excusas cuando se presentan fallas del servicio en la institución educativa?

Tabla 14: Excusas por fallas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	9	5,1	5,1	5,1
	No	168	94,9	94,9	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 6.



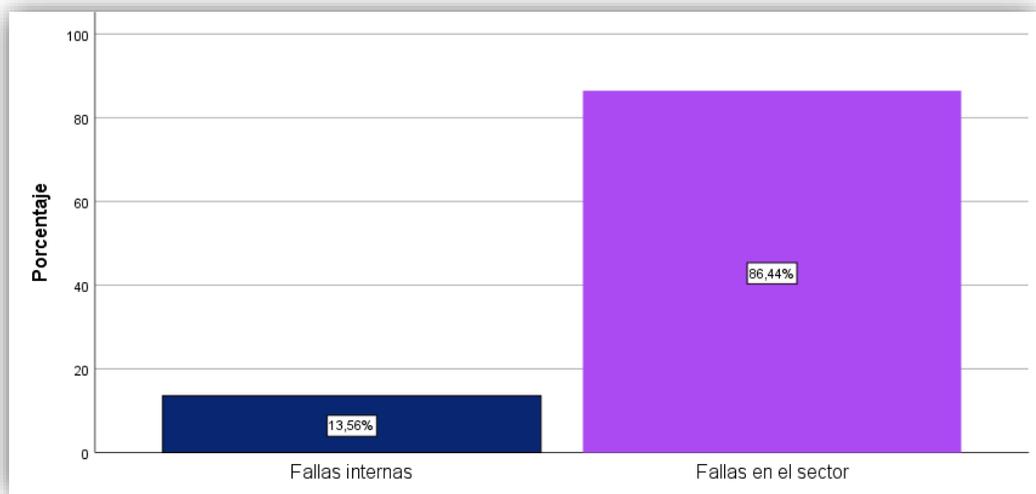
En esta pregunta la respuesta de más del 90% por un NO nos permite entender que la empresa solo se limita a brindar un mal servicio de energía eléctrica, no se percata de que las fallas constantes en el servicio dejan un sin sabor en las personas y esto provoca un descontento. No ofrecer excusas y en muchas ocasiones quitar el servicio sin un previo aviso o cuando tenemos previo aviso quitarlo por más de 8 horas continuas les está generando una mala imagen corporativa.

¿Piensa usted que cuando se presentan apagones en la institución educativa se debe a fallas de la conexión interna o siempre las relaciona con la falta de fluido eléctrico en el sector?

Tabla 15: Fallas internas o externas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Fallas internas	24	13,6	13,6	13,6
	Fallas en el sector	153	86,4	86,4	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 7.



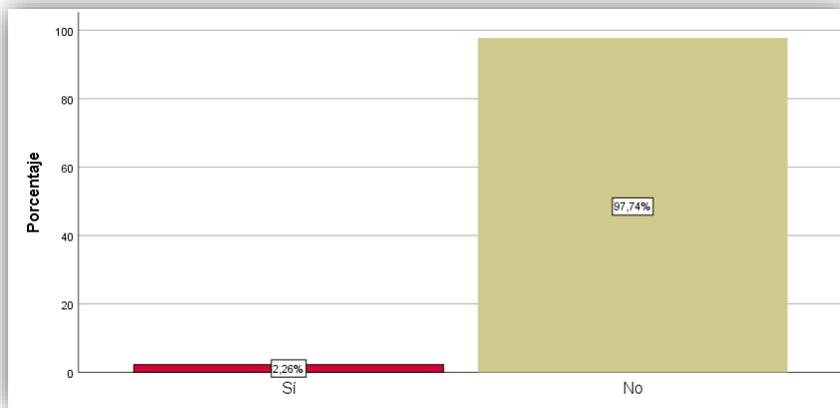
Los cortes de energía en muchas ocasiones se dan por fallas internas de la institución, pero la comunidad educativa tiene la percepción de que siempre que se va el fluido eléctrico se debe por fallas externas que debe solucionar la empresa Encargada. esto deja ver que la comunidad educativa no confía en esta empresa y piensa siempre que su servicio tiene deficiencias

¿Alguna vez la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica a visitado la institución educativa para dictar alguna charla sobre el razonamiento en el consumo de energía eléctrica?

Tabla 16: Charlas sobre razonamiento energético

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	4	2,3	2,3	2,3
	No	173	97,7	97,7	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 8.



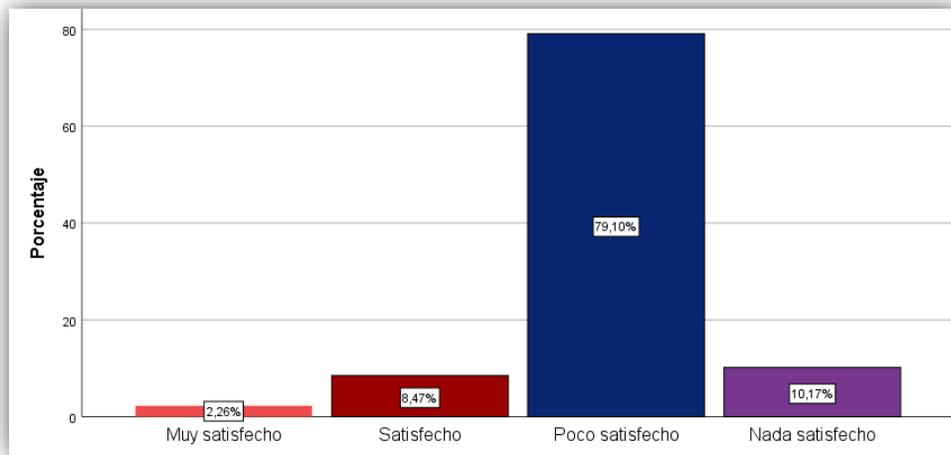
Esta es una de las situaciones que podría estar generando un descontento en la comunidad ya más del 97% informa que nunca ha visto que la compañía se ha acercado a la institución educativa a brindar alguna charla que permita el ahorro de energía. Aquí se está notando que la empresa solo se dedica a comercializar energía y no hace unas campañas reales para que el consumo disminuya.

¿En general que tan satisfecho esta con la prestación del servicio de energía eléctrica que presta la empresa Encargada en la institución?

Tabla 17: Satisfacción general del servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy satisfecho	4	2,3	2,3	2,3
	Satisfecho	15	8,5	8,5	10,7
	Poco satisfecho	140	79,1	79,1	89,8
	Nada satisfecho	18	10,2	10,2	100,0
	Total	177	100,0	100,0	

Gráfico 9



La comunidad educativa se muestra insatisfecha con el servicio en general prestado por parte de la empresa Encargada. esta encuentra nos muestra como es el descontento lo que hace que sea urgente instalar otras fuentes de generación de energía que no dependan exclusivamente de la empresa prestadora del servicio. En el análisis completo de la encuesta muestra como el descontento generalizado sobre el servicio de energía eléctrica que tiene la comunidad educativa.

Subdimensión: Proyección de crecimiento de la planta física

Indicador: Proyectos de ampliación de planta física

Para cumplir con el objetivo “Realizar el perfil de las cargas sobre el consumo de energía eléctrica que tiene la Institución Educativa para el funcionamiento de toda su planta física”. El cual tiene como uno de sus indicadores “Proyectos de ampliación de planta física”. Se le realizó la consulta al rector del colegio sobre los proyectos de ampliación o modificación a la planta de la institución o el crecimiento que se tiene planeado. Lo cual nos contestó a través de un formulario de Google lo siguiente:

Para que la institución educativa pueda funcionar de manera eficiente con la jornada única, se debe construir 6 salones más y así ampliamos la cobertura estudiantil. Lo cual este proyecto se tiene programado para realizarse en el año 2024. Para esto también se fue a las instalaciones de la Secretaria de Educación del Distrito a realizar la indagación sobre las próximas adecuaciones y/o ampliaciones que se van a realizar en la Institución educativa lo que nos informaron de manera verbal que se tienen planteado un proyecto para hacer una Sala de informática nueva con 40 computadores la cual se va a instalar en el mes de octubre de 2022. Esto nos indica que el diseño que se va a proponer debe tener en cuenta estas proyecciones de ampliación para que no se incurra en errores de cálculo que pueden ocasionar gastos económicos innecesarios.

Objetivo Especifico 2: Realizar una vigilancia tecnológica para seleccionar las tecnologías factibles económicamente que sirvan al diseño del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa.

En este objetivo buscamos seleccionar las tecnologías adecuadas para realizar nuestro sistema fotovoltaico y lo primero que vamos a realizar para conseguir nuestro objetivo es una vigilancia tecnológica en el mercado donde nos arroje las nuevas tecnologías existentes en sistemas fotovoltaicos y cuáles son las últimas tendencias que están siendo usadas en los países que son pioneros.

Dimensión: Vigilancia Tecnológica

Subdimensión: Planeación

Indicadores: Elaboración ficha de vigilancia tecnológica

UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
FICHA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA.**

Fecha: 12 de Julio de 2022

TEMÁTICA: Energía Fotovoltaica

MARY LIA POLO OLIVERO

Tabla 18: Ficha Vigilancia Tecnológica

FICHA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	
TEMÁTICA: Energía Fotovoltaica	
Objetivo de Vigilancia	Identificar tecnologías en energía fotovoltaica.
Factores Críticos de Vigilancia	Tecnologías fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica Materiales para la fabricación de paneles fotovoltaicos
Tipos de VT que se requieren	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia Científica: <u> x </u> • Vigilancia Tecnológica: <u> x </u> • Vigilancia Comercial: <u> </u> • Vigilancia Competitiva: <u> </u> • Vigilancia Normativa: <u> </u> • Vigilancia de Redes Sociales: <u> </u>
Cuestiones Críticas de Vigilancia	¿Cuáles son los países pioneros en la implementación de energías alternativas? ¿Cuáles han sido las nuevas patentes registradas con referencia a energía fotovoltaica? ¿Cuáles son las tecnologías emergentes aplicables a la energía fotovoltaica? ¿Cuáles son las nuevas tendencias en materiales para la elaboración de paneles en energía fotovoltaica?
Fuentes de información	Científicas <ul style="list-style-type: none"> • Scopus Patentes <ul style="list-style-type: none"> • PatenInspiretion
Condicionantes	Regiones o países: Mundial <ul style="list-style-type: none"> • Período de tiempo: 5 años <ul style="list-style-type: none"> • Temas a no incluir: <ul style="list-style-type: none"> •

Figura 12: Tesauros

IDENTIFICACIÓN DE PALABRAS CLAVE		
Maestrante	Mary Lia Polo Olivero	
TEMATICA		
Término	Sinónimo	Traducción
Energía Fotovoltaica		Photovoltaic energy
	Energía Solar	Solar energy
Panel Fotovoltaico		Photovoltaic panel
	Celula solar	Solar cell
	Celda Fotovoltaica	Photovoltaic cell
	Celda solar	Solar cell
Tecnología		Technology
Materiales		Materials
Países líderes		Leading Countries

Indicadores: Búsqueda de la información

Figura 13: Construcción de ecuaciones

CONSTRUCCIÓN DE ECUACIONES		
INVESTIGADOR	MARY LIA POLO OLIVERO	
TEMATICA		
Términos	Ecuación en Inglés	Ecuación en Español
Producción de energía Electrica	"Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Electri" power production"	"Energía fotovoltaica" O "Energía solar" Y "Producción de energía electrica"
Panel Fotovoltaiico	"Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic panel"	Photovoltaic energy OR "Solar energy" AND "Photovoltaic panel"
Celda Fotovoltaiica	"Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic cell"	"Energía fotovoltaica" O "Energía solar" Y "Celda fotovoltaica"
Tecnologías	"Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Technolog**"	"Energía fotovoltaica" O "Energía solar" Y "Tecnología"
Materiales	"Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Material**"	"Energía fotovoltaica" O "Energía solar" Y "Materiales"
Países líderes	"Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "leading countries**"	"Energía fotovoltaica" O "Energía solar" Y "Países líderes"

Figura 14: Bitácora de Búsqueda

TEMÁTICA		ENERGIAS FOTOVOLTAICAS		
		BITÁCORA DE BÚSQUEDA		
Fecha	Base de datos	Período de búsqueda	Ecuación	Resultados
12/07/2022	Scopus	2017-2022	TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Electri*") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018))	16.615
			TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Electri* power production") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017))	38
			TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic panel") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR > 2022	1.286
			TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic cell") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR > 2022	6.754
			TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Technolog*") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023	9.729
			TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Material*") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023	9.664
			TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "leading countries*") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023	8
			(TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Electri*")) OR (TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Electri* power production")) OR (TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic panel") AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR > 2016) OR (TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic cell") AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR > 2016) OR (TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Technolog*") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023) OR (TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Material*") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023) OR (TITLE-ABS-KEY ("Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "leading countries*") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017))	32.854

Figura 15: Bitácora de búsqueda Patentes

1	TEMÁTICA	ENERGIAS FOTOVOLTAICAS			
2	BITÁCORA DE BÚSQUEDA				
4	Fecha	Base de datos	Período de búsqueda	Ecuación	Resultados
15	12/07/2022	Patentinspiration	2002-2022	 <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Renewable energ*" in Title or Abstract</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Alternative energ*" in Title, Abstract or Claims</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Energy* generation" in Title or Abstract</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic panel" in Title or Abstract</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Electri* power production" in Title or Abstract</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Photovoltaic cell" in Title or Abstract</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Technolog*" in Title or Abstract</p> <p>AND OR NOT Patents with "Photovoltaic energy" OR "Solar energy" AND "Material*" in Title or Abstract</p>	1.328

Indicadores: Análisis de la información

Figura 16: Reporte de vigilancia tecnológica

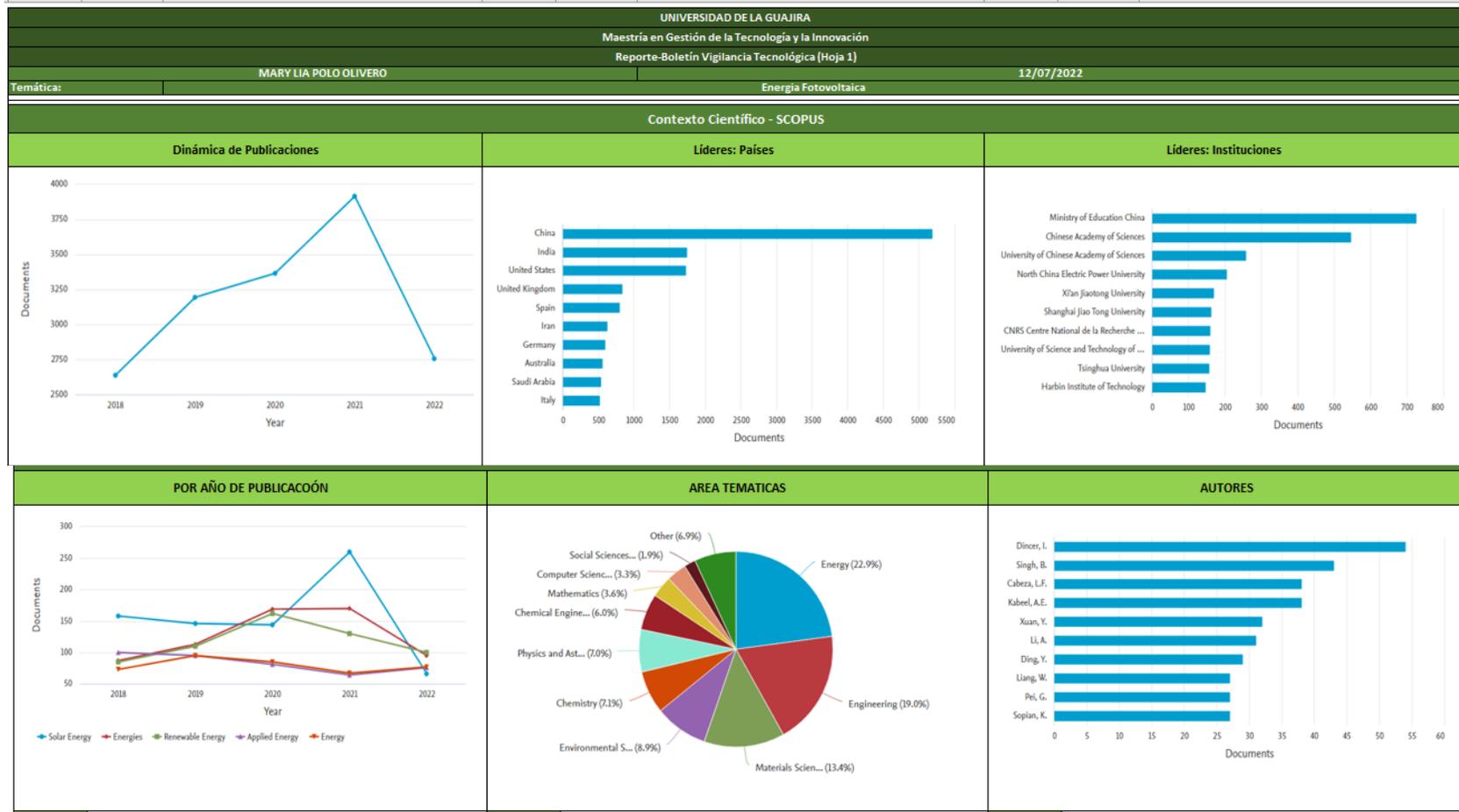


Figura 17: Reporte vigilancia tecnológica Mapas de ciencias

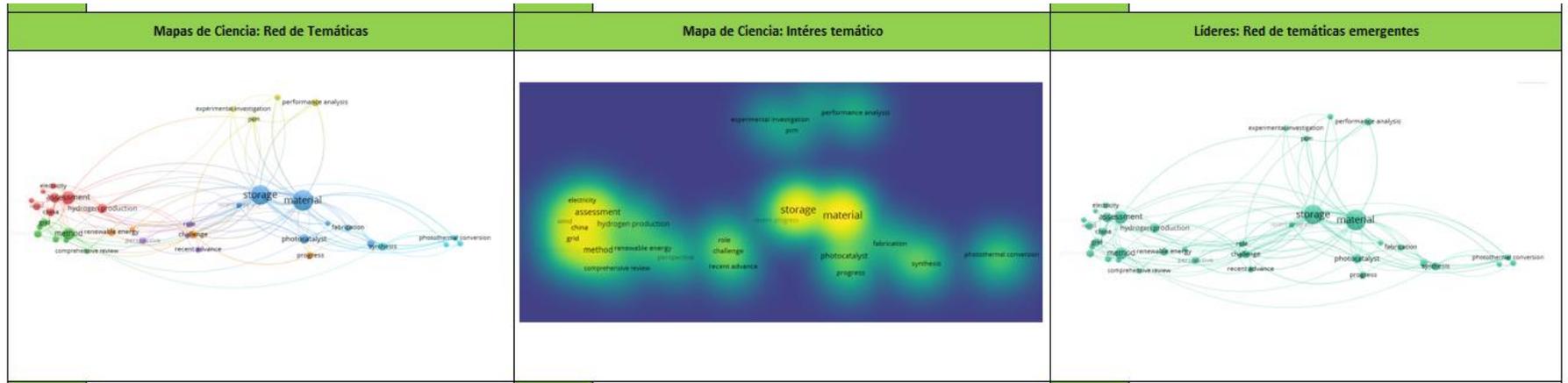


Figura 18: Reporte de Vigilancia Patentes

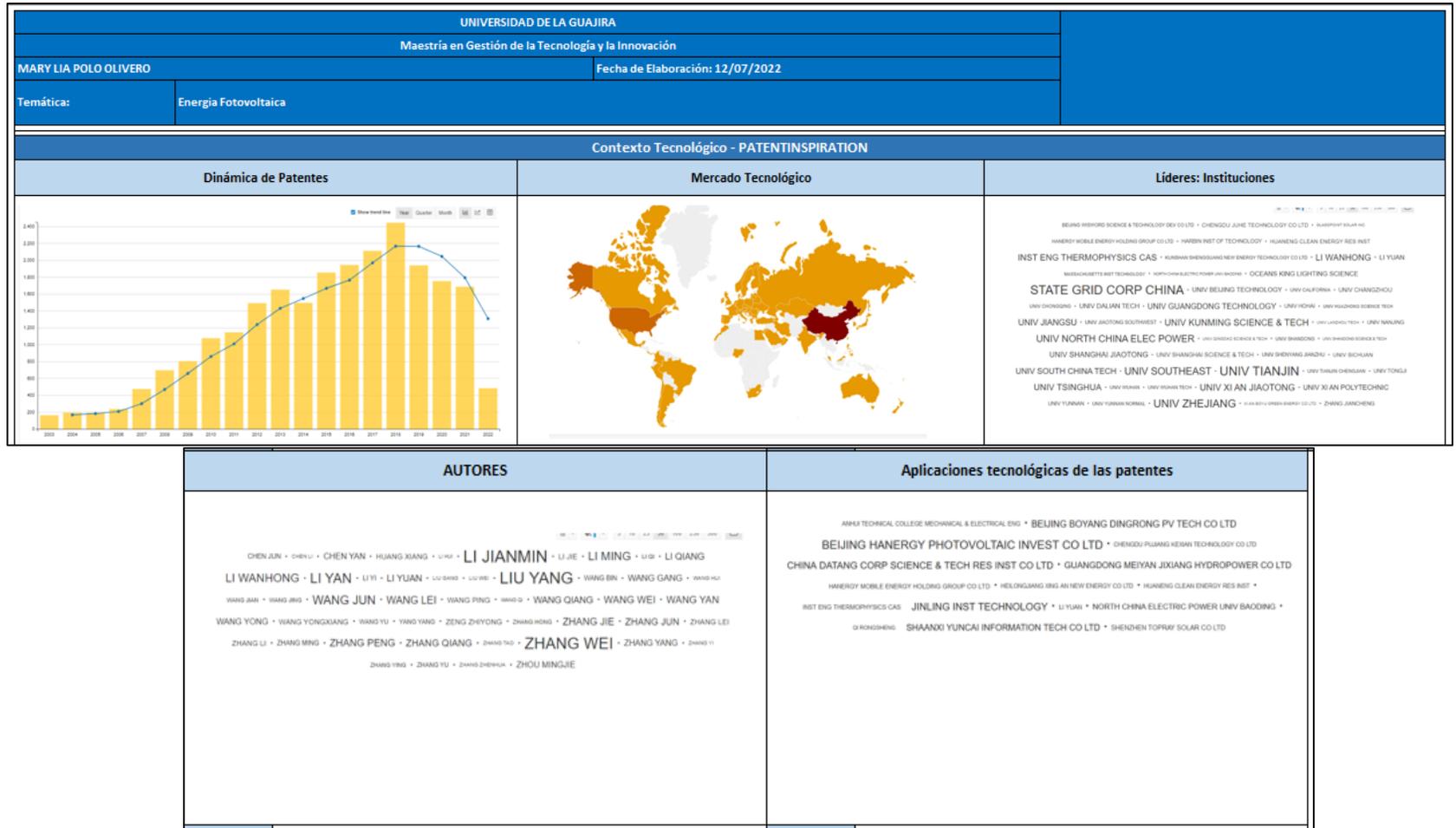


Figura 19: Reporte de Patentes

Contexto Tecnológico - PATENTINSPIRATION				
Número de patente	Título	Año	Aplicante (Institución o Empresa)	Descripción de la tecnología
WO2020082608A1	Solar energy power machine	2022	CHANGZHOU VOCA	Disclosed is a solar energy power machine, comprising: a machine frame (1); a main shaft (2) and supporting shaft (3) arranged on the machine frame in a cantilever manner; a rotary cylinder (4) which is rotatably supported on the main shaft; a big gear (7) arranged on the rotary cylinder; an output shaft (8) which is rotatably supported on the machine frame; a pinion (9) arranged on the output shaft; an open-type heat accumulation cover (10) made of a light-transmitting material; and a telescopic mechanism.
WO2020057263A1	Crystalline silicon solar cell and preparation method therefor	2022	ZHEJIANG AIKO SOLAR	A preparation method for a crystalline silicon solar cell, comprising the steps of: front-face texturing; depositing a tunneling layer, doped polysilicon layer, and anti-reflection film layer on the front face; front-face film removal; front-face secondary texturing; diffusion; etching; depositing a passivation film on a back face; depositing an anti-reflection film on the front face for the second time; back-face perforation; electrode etching; and sintering.
WO2020040417A1	Solar cell including aluminum-based solar energy conversion material Add note	2022	HANWHA TOTAL PETROC	When a solar energy conversion material manufactured on the basis of an inexpensive aluminum material, which has ultraviolet absorption and a visible light-emission spectrum, is positioned between a solar cell and an encapsulant on a front surface on which the light of the sun is incident, a down-conversion effect and a non-reflective coating effect are simultaneously induced so as to increase a light generation current, and thus photovoltaic conversion efficiency can be improved.
WO2020079063A1	Receiver for solar energy generation systems, and solar energy generation system	2021	DEUTSCHES ZENTRU	The invention relates to a receiver (1) for solar energy generation systems (100), comprising: a first absorber device (3) having a first porous absorber structure (5), the first porous absorber structure (5) forming a first receiver surface (7) and being able to be heated by solar radiation, the first absorber device (3) being connected to a hot air outlet (9), and process air flowing through the first porous absorber structure (5) in a direction from a region (7b) in front of the first receiver surface (7) toward the hot air outlet (9), it
RU2717695C1	Solar photoelectric module	2021	Matyukhin Vladimir F	FIELD: physics. SUBSTANCE: invention relates to solar engineering and design of solar modules with photoelectric and thermal solar radiation receivers and concentrators. Claimed solar photoelectric module includes a mirror concentrator representing a body of revolution with a reflecting inner surface of reflection and a photoelectric receiver (PER) made of a composite of commutated high-voltage photoelectric elements with a cooling device and located in a focal region with a mirror concentrator.

Indicadores: Difusión

Terminando la vigilancia tecnológica se continúa realizando un análisis que corresponda a cada las interrogantes planteadas. Concentrando las respuestas en la observación de las diferentes graficas.

- En esta vigilancia se puede notar un aumento en las publicaciones en el año 2021 y esto es debido al auge de las energías alternativas y sus usos en la generación de energía eléctrica ya que el país principal en realizar dichas publicaciones es China ellos después de la pandemia de Covid-19 se han centrado en los daños causados al medio ambiente por los gases de efecto invernadero.
- Comparando los recuentos de las instituciones que patentan y se interesan por todo lo que está relacionado con la energía fotovoltaica vemos que las instituciones y universidades chinas tienen el mayor porcentaje investigaciones en estos temas.
- Haciendo la vigilancia tecnológica en la base de datos Scopus se obtuvo una cantidad de artículos de más de 32.000 artículos relacionados con el tema principal que es energía solar. En este mapa se observa que todos los artículos van relacionados directamente con la capacidad de almacenamiento y los materiales de paneles fotovoltaicos, nos muestra que el clúster color azul nos habla de los materiales y el almacenamiento. El clúster color verde nos está hablando de los métodos de almacenamiento y los materiales empleados para esta conversión, pero teniendo una relación

directa con el tema principal que son los materiales. El clúster rojo se centra en el tema de la producción, y como se reúne directamente en el tema de la electricidad, pero ligado directamente a la energía solar. El clúster amarillo que es la sección de temas que encontramos más pequeña no habla de los procesos de experimentación se dan en la energía solar.

- Tomando los datos de la investigación de la base de datos de Scopus y utilizando la tecnología del software vosviewer nos arroja que dado a que tomamos un lapso de tiempo de 5 años los resultados del software nos muestran todas las investigaciones se resaltan como investigaciones actuales proporcionado al tiempo escogido.
- Haciendo el análisis a través de una vigilancia tecnológica de las patentes en la base de datos PATENTINSPIRATION encontramos el siguiente análisis. Podemos analizar que las fechas de publicación de las actividades sobre energía fotovoltaica en los últimos cinco años ha tomado un gran acenso desde 2016 bajo un poco en 2017 y, pero tomo un gran auge en 2018 en los años 2019 a 2021 las actividades relacionadas con este tema se han estancado por motivo de que mucha de la tecnología usada para el diseño de materiales y como tal el diseño de paneles no ha sufrido grandes cambios en el tiempo.
- El mercado de patentes en el tema de la energía fotovoltaica según muestra el análisis que China es el país líder en publicación de patentes, estudios, autores e instituciones dedicadas a estudiar las energías alternativas.

Lo que se puede determinar en la vigilancia tecnológica es que los mejores materiales que se adaptan a un territorio como la Guajira, que es un departamento desértico con niveles de humedad bajos son los paneles solares monocristalinos, que nos ofrecen un mayor rendimiento, lo que se traduce en una producción fotovoltaica mayor en el mismo espacio.

Dimensión: Estudio técnico

Subdimensión: Soporte técnico

Indicador: Capacidad técnica del personal de la región

Haciendo una detallada investigación en las cámaras de comercio de la región Caribe y sobre todo los departamentos circundantes al departamento de La Guajira se encontró que existen una muy buena cantidad de empresas dedicadas a la instalación de sistemas fotovoltaicos y brindan un mantenimiento a sus equipos en caso de necesitarlos. A continuación, se detallan las empresas por departamento registradas en las cámaras de comercio de cada ciudad.

Tabla 19: Reporte de empresas de energías alternativas

DEPARTAMENTO	CIUDAD	NOMBRE DE EMPRESA
LA GUAJIRA	RIOHACHA	Kaicashy Sol Naciente S A S
		Guajira Tecnosolar S A S
		Enercosol S A S
		Penaranda S A S
		Electroindustriales J L S A S
		Plus Connection S A S
		MTech Eficiencias Energéticas S A S
	MANAURE	Wayuu S A E S P
		Jouktai Gen S A S
	FONSECA	Energía Solar De La Guajira S A S
		Mi Energía Solar S A S Zomac
	HATONUEVO	Soluciones Renovables Company Sas
	FONSECA	Energia Limpia Del Norte S A S
CESAR	VALLEDUPAR	Tecsolar S A S
		Luzolar Energia S A S
		Energiazul Sostenible S A S
		Solersi Ingenieria S A S
		Ingelsor S A S
		Pv Solar Energy De Colombia S A S
		Hennergy S A S
		Energiagro Ltda
		Be Eco S A S
		Sielectronic S A S
		Alternativa E Ingenieria S A S
		Vive Verde Ingenieria S A S
		Electricos Electronicos Y Energias Alternativas S A S
	PUEBLO BELLO	Kundive S A S E S P
		Jwi Gekun Electric Y Services S A S E S P
MAGDALENA	SANTA MARTA	Sunpower De Colombia S A S
		Energía Alternativa De La Costa Sas

		Hitech Distribuidores S A S
		Energía Social Para Todos
		Jota Servicios Ltda
		Empresa Prestadora De Energías Renovables S A S
		Isolaris S A S
		Green Energy S A S
		Global Green Energy S A S
		Solartech Systems S A S
		Sunpower De Colombia S A S
		Shark Asociados S A S
		F F Soluciones Tecnologías S A S
		Eléctricos Y Sistemas Magdalena S A S

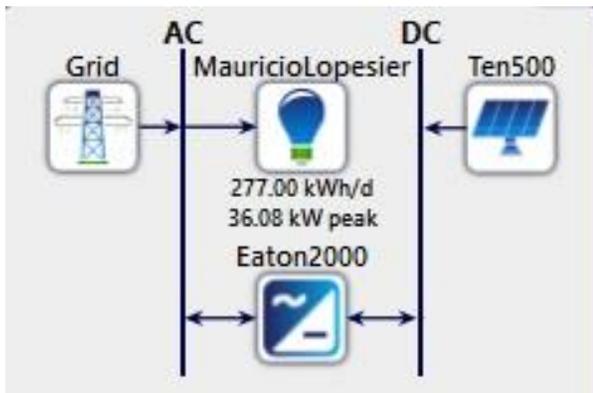
Fuente propia M. Polo (2022)

Analizando el departamento de La Guajira y los 2 departamento vecinos que tiene que son el Cesar y el Magdalena se encontraron que existen más de 40 empresas registradas que se dedican a la instalación, mantenimiento y estudio de las energías alternativas y en específico la Energía Fotovoltaica. Esto indica que se cuenta con el apoyo necesario para el soporte técnico que necesitan estos sistemas energéticos.

Subdimensión: Tipos de tecnologías para la generación de energías alternativas

Indicador: Requerimientos tecnológicos

Figura 20: Componentes a necesitar



Fuente Homer PRO. (2022)

En la imagen 20 se puede ver los requerimientos tecnológicos que se necesitan para realizar el diseño de un sistema, cuando en el programa Homer PRO se ingresaron los datos de la carga nos arrojó un pico de carga energética de 36.08kW. Redondeando este consumo para tener en cuenta las pérdidas que se plantean por los componentes se planteó diseñar un sistema de 40kW.

Para que el diseño sea viable se necesitan paneles solares de 500W, dos inversores de 2000kW, debe estar conectado a la red de energía eléctrica así este sistema no requerirá baterías que pueden incrementar los gastos de capital inicial.

Indicador: Equipos a necesitar

Tabla 20: Cantidad De Equipos A Necesitar

EQUIPO	CANTIDAD	TAMAÑO	PRECIO
Paneles solares	80	500W	US\$400
Inversor	2	2000kW	US\$2.500
Estructura para paneles solares	40	N/A	US\$200
Total			US\$42.500

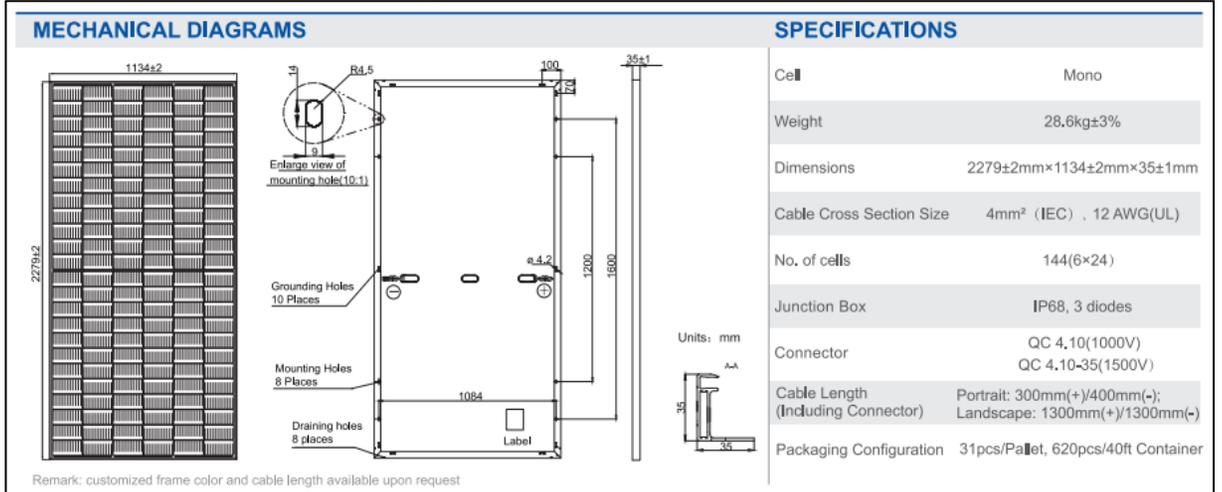
Fuente. Elaboración Propia (2022).

Figura 21: Panel solar



Fuente Autosolar (2022)

Figura 22: Ficha técnica del panel solar



Fuente Autosolar (2022)

Figura 23: Parámetros eléctricos del panel solar

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM72S30 -500/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

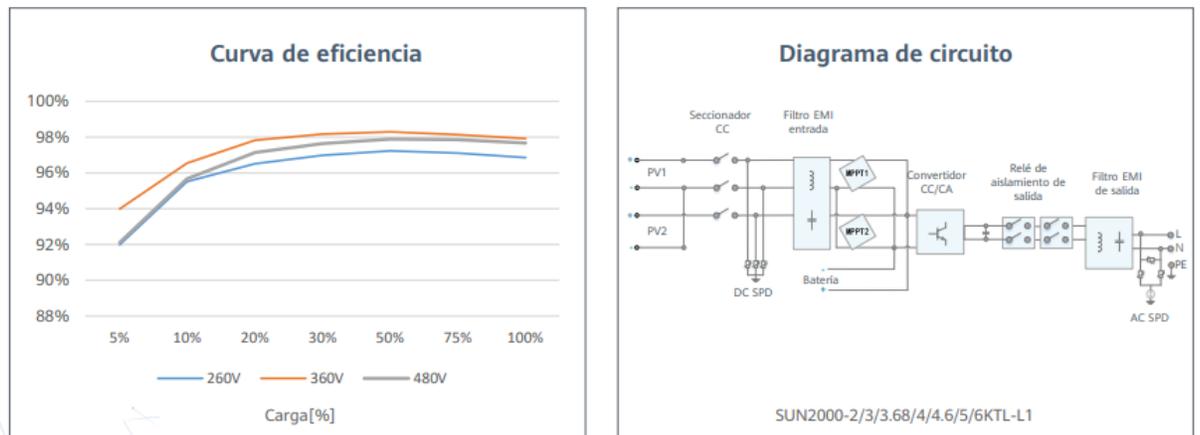
Fuente Autosolar (2022)

Figura 24: Inversor



Fuente Autosolar (2022)

Figura 25: Ficha técnica Inversor



Fuente Autosolar (2022)

Figura 26: Especificaciones técnicas inversor

Especificaciones técnicas	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1 ¹
Eficiencia							
Eficiencia Máxima	98.2 %	98.3 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
Eficiencia europea	96.7 %	97.3 %	97.3 %	97.5 %	97.7 %	97.8 %	97.8 %
Entrada (FV)							
Entrada de CC máxima recomendada ²	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Máx. tensión de entrada	600 V ³						
Tensión de arranque	100 V						
Rango de tensión de operación de MPPT	90 V – 560 V ³						
Tensión nominal de entrada	360 V						
Máx. intensidad por MPPT	12.5 A						
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	18 A						
Cantidad de MPPTs	2						
Máx. número de entradas por MPPT	1						
Salida							
Conexión a la red eléctrica	Monofásica						
Potencia de salida nominal	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ⁵	6,000 W
Máx. potencia aparente de CA	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ⁶	5,500 VA ⁷	6,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz						
Máx. intensidad de salida	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁸	25 A ⁸	27.3 A
Factor de potencia ajustable	0.8 leading ... 0.8 lagging						
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %						
Salida para SAI	Sí (a través de Backup Box-80 ¹)						
Protección & Características							
Protección anti-isla	Sí						
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí						
Monitorización de aislamiento	Sí						
Protección contra descargas atmosféricas CC	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11						
Protección contra descargas atmosféricas CA	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11						
Monitorización de la corriente residual	Sí						
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí						
Protección contra cortocircuito de CA	Sí						
Protección contra sobretensión de CA	Sí						
Protección contra sobrecalentamiento	Sí						
Protección de falla de arco	Sí						
Carga inversa de la batería desde la red	Sí						
Datos generales							
Rango de temperatura de operación	-25 ~ +60 °C						
Humedad relativa de operación	0 %RH ~ 100 %RH						
Altitud de operación	0 ~ 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2000 m)						
Ventilación	Convección natural						
Pantalla	Indicadores LED; WLAN integrado + aplicación FusionSolar						
Comunicación	RS485, WLAN a través del módulo WLAN incorporado en el inversor Ethernet a través de Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional); 4G / 3G / 2G a través de Smart Dongle-4G (Opcional)						
Peso (incluido soporte de montaje)	12.0 kg						
Dimensiones (incluido soporte de montaje)	365mm * 365mm * 156 mm						
Grado de protección	IP65						
Consumo de energía durante la noche	< 2,5 W						

Fuente Autosolar (2022)

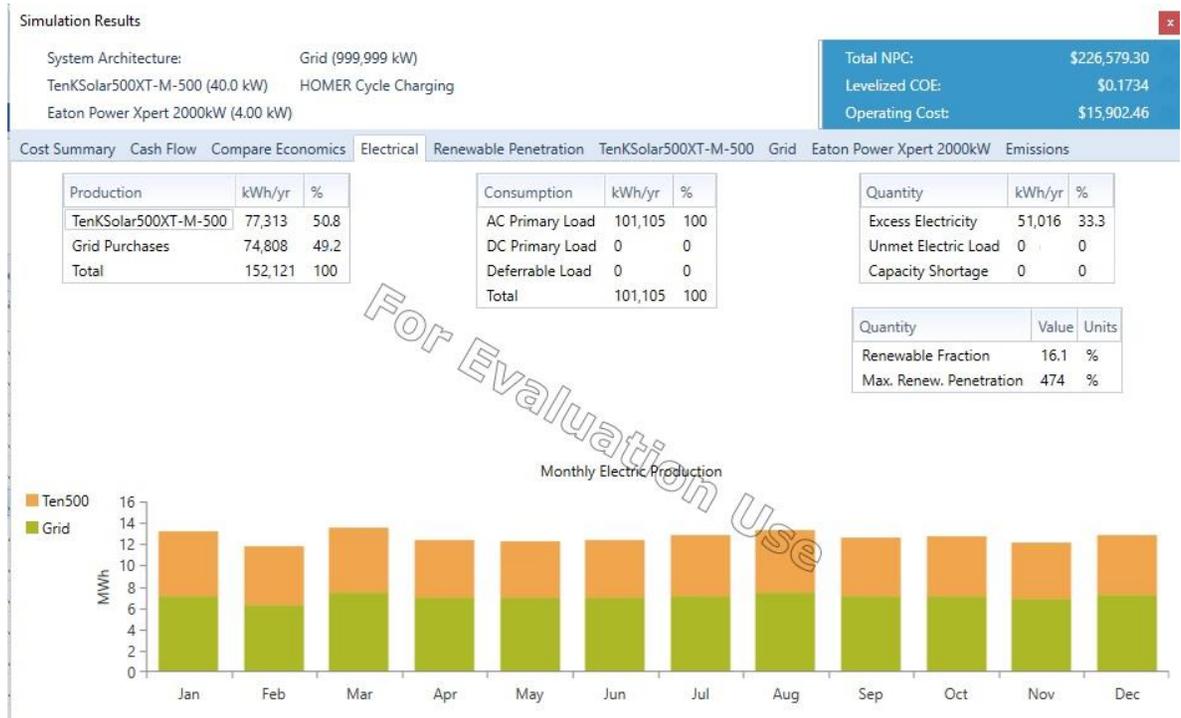
Figura 27: Estructuras de paneles solares



Fuente Autosolar (2022)

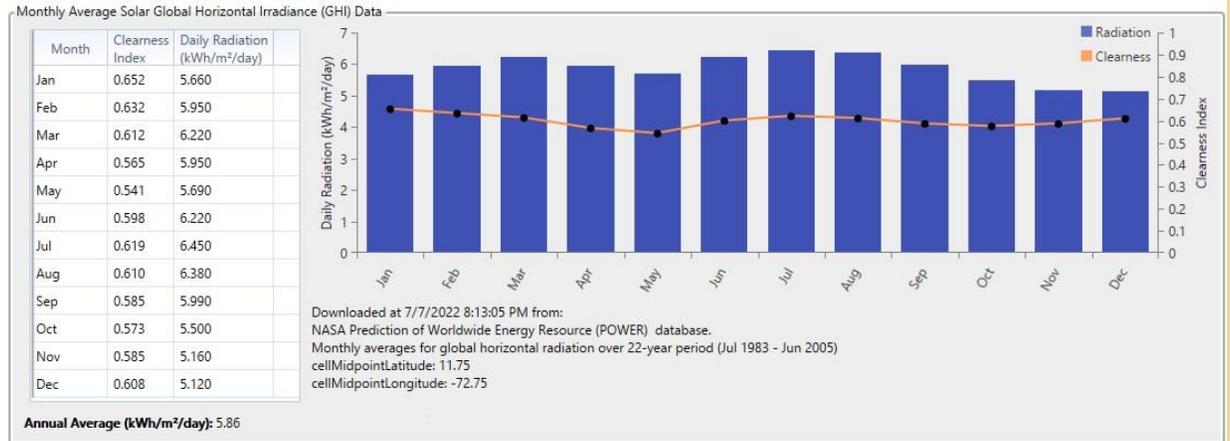
Indicador: Capacidad de energía generada

Figura 28: Capacidad de energía generada por los paneles



Fuente. Homer PRO. (2022).

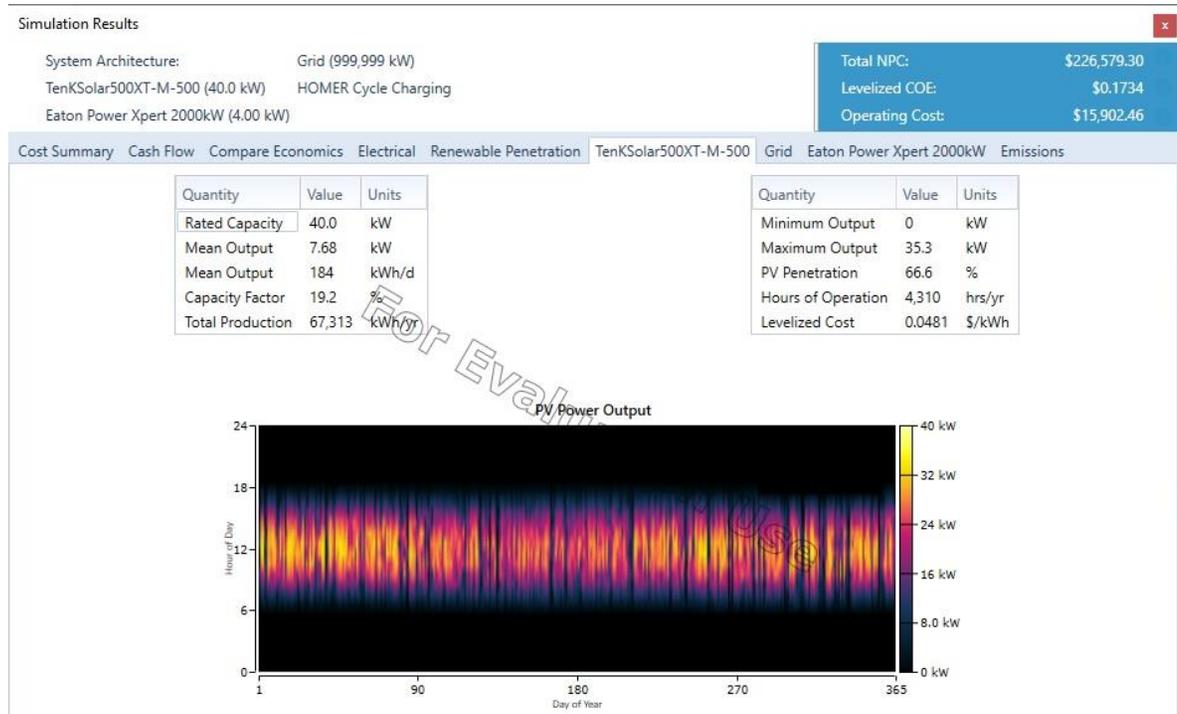
Figura 29. Irradiación solar



Fuente. Homer PRO. (2022).

La figura 30 nos muestra el perfil de energía generada por el sistema a partir de la irradiación solar que presentara la ciudad de Riohacha en este año 2022. Figura 31, Nasa (2022). En esta imagen podemos entender que nuestro sistema requiere generar 101,105 kWh/año, pero la simulación nos está mostrando un escenario donde se genera con la red de energía eléctrica convencional conectada 152,121 kWh/año, y nos está exponiendo que nuestro sistema fotovoltaico generaría 77,313 kWh/año que es el 50,8%. En base a esto podemos analizar que en realidad el sistema no estaría generando excesos de energía lo que indica que realmente estaría generando 76,4% de los 101,105 kWh/año de lo que requiere la institución en el año.

Figura 30: Perfil de carga de los paneles solares



Fuente. Homer PRO. (2022).

Subdimensión: Estudio económico y financiero

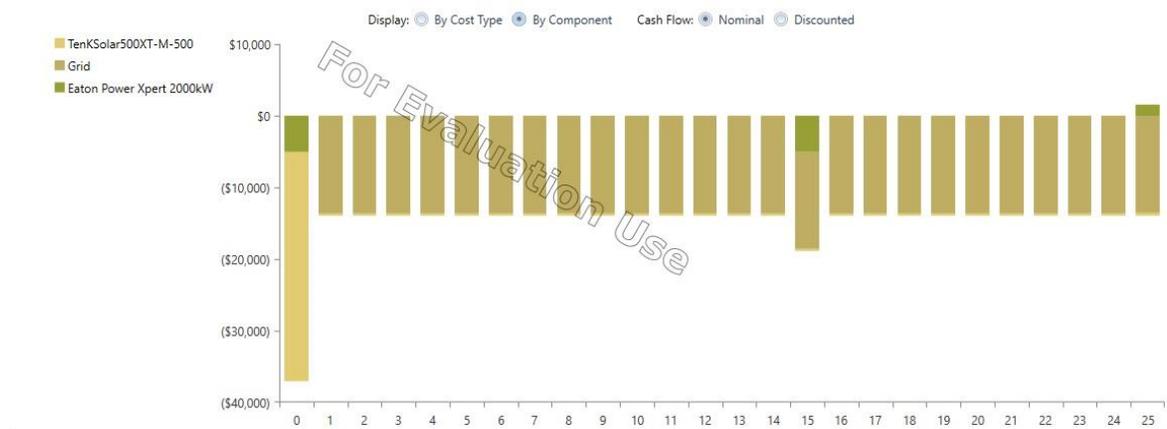
Indicador 1 y 2: Costos operacionales - Costo -beneficio

En estos indicadores se busca constatar los costos operacionales y cuál sería el costo beneficio que tendría la instalación y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico en la institución educativa. Se busca determinar cuál sería el tiempo donde se pueda recuperar la inversión inicial del proyecto.

La institución educativa en estos últimos 6 meses pago de energía más de \$27.000.000 de pesos se podría decir que el costo de estar conectado a la red eléctrica es muy alto.

El proyecto se plantea para una vida útil de 25 años con un costo de instalación \$219.000.000, cotización dada por la empresa MTECH, para calcular el retorno de la inversión ROI del proyecto, se tuvo en cuenta estimar la cantidad de energía que genera nuestro proyecto anualmente multiplicarlo por el valor promedio del kW/h año y restar este resultado al valor que se estaría pagando en promedio por la factura si el sistema no estuviera instalado, a este resultado se le sumo el costo estimado del valor del mantenimiento anual del sistema. Después estos valores ahorrados se fueron sumando por los 25 años de vida útil que tiene nuestro proyecto. Este cálculo lo podemos observar en la siguiente tabla 21 y en la Imagen xx se puede observar que en la simulación de nuestro sistema nos dice que es costo por el valor anual del costo de la energía eléctrica convencional hace que el costo del este sistema convencional energético no sea viable.

Figura 31. Simulación de costos del sistema Interconectado a la Red



Fuente. Homer PRO. (2022).

Tabla 21. Cálculo del retorno de la Inversión

Año del proyecto	Valor kW anual + inflación del 2% VkW	Cantidad de energía requerida por la Institución anualmente kWh/año R	Valor a pagar en energía eléctrica pleno (VkW*kWh/año R)	Cantidad en kWh/año que generara nuestro sistema kWh/año G	Cantidad en kWh/año que va a pagar la Institución si existe el sistema kWh/año N	Valor a pagar en Factura anual si se instala el Sistema (VkW*kWh/año N)	Valor del mantenimiento anual del sistema y recambio de partes Mant.	Valor ahorrado anualmente por la Instalación del Sistema (VkW*kWh/año G)	Valor ahorrado acumulado por la Instalación del sistema menos el valor del mantenimiento anual
1	667	101.105	\$ 67.437.035,00	77.313	23.792	\$ 15.869.264	\$ 5.000.000	\$ 51.567.771,00	\$ 46.567.771,00
2	680	101.105	\$ 68.785.775,70	77.313	23.792	\$ 16.186.649	\$ 5.250.000	\$ 52.599.126,42	\$ 93.916.897,42
3	694	101.105	\$ 70.161.491,21	77.313	23.792	\$ 16.510.382	\$ 5.512.500	\$ 53.651.108,95	\$ 142.055.506,37
4	708	101.105	\$ 71.564.721,04	77.313	23.792	\$ 16.840.590	\$ 5.788.125	\$ 54.724.131,13	\$ 190.991.512,50
5	722	101.105	\$ 72.996.015,46	77.313	23.792	\$ 17.177.402	\$ 6.077.531	\$ 55.818.613,75	\$ 240.732.595,00
6	736	101.105	\$ 74.455.935,77	77.313	23.792	\$ 17.520.950	\$ 6.381.408	\$ 56.934.986,02	\$ 291.286.173,21
7	751	101.105	\$ 75.945.054,48	77.313	23.792	\$ 17.871.369	\$ 6.700.478	\$ 58.073.685,75	\$ 342.659.380,75
8	766	101.105	\$ 77.463.955,57	77.313	23.792	\$ 18.228.796	\$ 7.035.502	\$ 59.235.159,46	\$ 394.859.038,10
9	781	101.105	\$ 79.013.234,68	77.313	23.792	\$ 18.593.372	\$ 7.387.277	\$ 60.419.862,65	\$ 447.891.623,53
10	797	101.105	\$ 80.593.499,38	77.313	23.792	\$ 18.965.239	\$ 7.756.641	\$ 61.628.259,90	\$ 501.763.242,35
11	813	101.105	\$ 82.205.369,37	77.313	23.792	\$ 19.344.544	\$ 8.144.473	\$ 62.860.825,10	\$ 556.479.594,32
12	829	101.105	\$ 83.849.476,75	77.313	23.792	\$ 19.731.435	\$ 8.551.697	\$ 64.118.041,60	\$ 612.045.939,13
13	846	101.105	\$ 85.526.466,29	77.313	23.792	\$ 20.126.064	\$ 8.979.282	\$ 65.400.402,43	\$ 668.467.059,93
14	863	101.105	\$ 87.236.995,61	77.313	23.792	\$ 20.528.585	\$ 9.428.246	\$ 66.708.410,48	\$ 725.747.224,71
15	880	101.105	\$ 88.981.735,53	77.313	23.792	\$ 20.939.157	\$ 9.899.658	\$ 68.042.578,69	\$ 783.890.145,40
16	898	101.105	\$ 90.761.370,24	77.313	23.792	\$ 21.357.940	\$ 10.394.641	\$ 69.403.430,27	\$ 842.898.934,77
17	916	101.105	\$ 92.576.597,64	77.313	23.792	\$ 21.785.099	\$ 10.914.373	\$ 70.791.498,87	\$ 902.776.060,70
18	934	101.105	\$ 94.428.129,59	77.313	23.792	\$ 22.220.801	\$ 11.460.092	\$ 72.207.328,85	\$ 963.523.297,96
19	953	101.105	\$ 96.316.692,19	77.313	23.792	\$ 22.665.217	\$ 12.033.096	\$ 73.651.475,43	\$ 1.025.141.677,22

20	972	101.105	\$ 98.243.026,03	77.313	23.792	\$ 23.118.521	\$ 12.634.751	\$ 75.124.504,94	\$ 1.087.631.431,18
21	991	101.105	\$ 100.207.886,55	77.313	23.792	\$ 23.580.892	\$ 13.266.489	\$ 76.626.995,03	\$ 1.150.991.937,69
22	1011	101.105	\$ 102.212.044,28	77.313	23.792	\$ 24.052.509	\$ 13.929.813	\$ 78.159.534,93	\$ 1.215.221.659,67
23	1031	101.105	\$ 104.256.285,17	77.313	23.792	\$ 24.533.560	\$ 14.626.304	\$ 79.722.725,63	\$ 1.280.318.081,70
24	1052	101.105	\$ 106.341.410,87	77.313	23.792	\$ 25.024.231	\$ 15.357.619	\$ 81.317.180,15	\$ 1.346.277.643,07
25	1073	101.105	\$ 108.468.239,09	77.313	23.792	\$ 25.524.715	\$ 16.125.500	\$ 82.943.523,75	\$ 1.413.095.667,10

Analizando esta tabla podríamos decir que la inversión inicial se podría estar recuperando en menos de 5 años. Esto sin contar que mensualmente el costo de la energía eléctrica por parte de la empresa encargada aumenta por los costos de venta en la bolsa de energía, en el último año el valor del kW/h de energía tuvo un aumento de más del 25%, con esto podemos decir que se podría recuperar la inversión en menos tiempo.

Con el análisis anterior podemos indicar que el costo inicial puede ser alto, pero al mediano plazo el ROI del proyecto hace que este sea completamente viable y los beneficios ambientales son extraordinarios.

Objetivo específico 3: Determinar el impacto socioambiental que traería la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa.

Dimensión: Impactos que traería la implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica.

Subdimensión: Beneficios ambientales

En el mundo entero sobre todo en los países desarrollados se está optando por la transformación energética, esto con el objetivo de contribuir al beneficio medio ambiental del planeta, sobre todo en reducir las huellas de carbono que provoca la producción de energías convencionales (Hidroeléctricas, Termoeléctricas, Energía Nuclear). Esta migración a las llamadas energías alternativas o limpias generan un impacto ambiental positivo los cual queremos plasmar en este subdimensión.

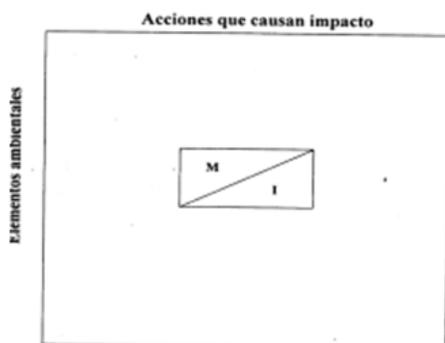
Indicador: Impacto ambiental

Para lograr cumplir este indicador vamos a usar un método cuantitativo llamado la Matriz de Leopold la cual es un método que evalúa el impacto ambiental de un proyecto. La novedad de este método se refiere a la evaluación de las actividades planificadas del proyecto en relación con un grupo de criterios relacionados con: significancia (dispersión espacial), probabilidad y duración del impacto. (Josimovic et al., 2014).

La matriz Leopold tiene en el eje horizontal las acciones que causan un impacto ambiental en el proceso y en el eje vertical los impactos ambientales que se consideran tienen mayor relevancia y se puedan ver afectados por las acciones del eje horizontal. (Leopold et al., 1971).

Leopold menciona que después de ser identificadas las acciones más significativas “se procede a evaluar las mismas en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical”. (Leopold et al., 1971). Como lo muestra la figura 05.

Figura 32. Matriz de Leopold



Fuente. Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). Procedure for evaluating environmental impact.

Con el objetivo de tener en cuenta los posibles impactos de este proyecto se deben evaluar los impactos en las 2 fases principales de su ejecución: construcción y operación.

Para su evaluación se tendrán en cuenta los factores abióticos, bióticos y socio económicos. Donde cada casilla se le dará un puntaje de 1 a 10, siendo 1 el de más bajo de impacto y 10 el de mayor impacto, anteponiendo un signo (-) si el impacto es negativo. En la esquina superior izquierda para la magnitud y en la esquina inferior derecha para la importancia.

Tabla 22: Matriz de Leopold para evaluar Impactos Ambientales

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE		ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES												EVALUACIONES	
		CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN							
		TRANSPORTE DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y MATERIALES	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	INSTALACIÓN DE CONTROL	FABRICACIÓN DE PANELES Y MÓDULOS	MONTAJE Y SOPORTE DE PANELES	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	GENERACIÓN DE ENERGÍA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS			
ABIÓTICOS	AGUA	-3 / 3	/	-2 / 2	/	/	/	-3 / 3	6 / 6	-3 / 3	/	-3 / 4	-8 / 21	-65	
	AIRE	-4 / 3	/	-3 / 2	-2 / 5	-2 / 5	/	-2 / 3	/	/	/	-2 / 4	-15 / 22		
	PRESIÓN SONORA	-2 / 3	/	-2 / 4	-2 / 4	/	/	/	/	/	/	/	-6 / 11		
	SUELO	-4 / 4	-2 / 4	-2 / 6	-1 / 4	-2 / 3	/	-3 / 4	-2 / 3	-2 / 3	-3 / 5	-21 / 36			
	RESIDUOS SOLIDOS	/	-3 / 5	-3 / 5	-3 / 5	/	/	-3 / 6	/	/	-3 / 5	-15 / 26			
BIÓTICOS	ECOSISTEMAS	/	/	/	/	/	/	-2 / 2	/	/	/	-2 / 2	-4 / 4	-6	
	VEGETACIÓN	-1 / 2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1 / 2		
	FAUNA	-1 / 2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1 / 2		
SOCIO	SITUACIÓN ECONÓMICA LOCAL	/	/	2 / 2	/	5 / 6	/	7 / 8	2 / 3	/	/	16 / 19	8		

	EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA				5 6		3 4		7 7		6 7		21 24	54	
	ASPECTOS SOCIALES				4 5				6 7				10 12		63
	ASPECTOS CULTURALES					2 3			5 5				7 8		
EVALUACIONES	-15 17	-5 9	-10 19	-1 29	3 17	3 4	-13 18	31 33	-3 9	4 10	-13 20	-17 185			

Fuente: Elaboración Propia (2022)

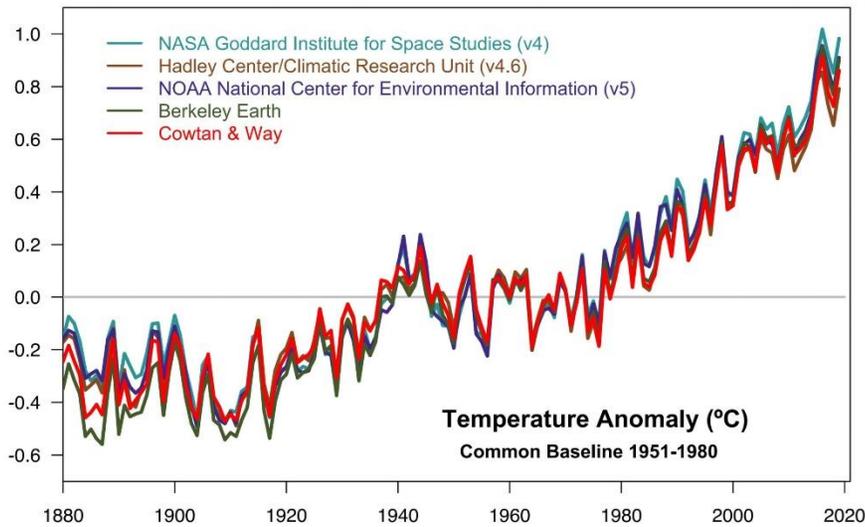
Como se puede observar en la tabla 22 que es la matriz de LEOPOLD las etapas de construcción y operación son las que generan mayor impacto en el proyecto. Donde evidenciamos que es la etapa de construcción en las características abióticas donde se genera un gran impacto sobre todo en el factor del suelo que se puede ver afectado. De igual manera no es de menos importancia destacar el impacto que conlleva el transporte de materiales y la fabricación de los paneles ya que esto puede llegar a generar un impacto en el ambiente de carácter negativo por que la producción y transporte de los mismos puede traer consigo materiales que son tóxicos.

Por otro lado los impactos positivos asociados a la utilización de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red los cuales no requieren de baterías para su funcionamiento, es mucho más significativo que los impactos negativos que puede generar, los beneficios económicos que puede implicar a la institución y los beneficios medio ambientales que representa este tipo de sistemas generadores de la llamada energía limpia son más importantes y dejan una huella positiva que serviría de ejemplo a otras instituciones de características similares.

Indicador: Contribuir a la generación de energías limpias

Desde hace décadas el mundo ha venido presentando problemas en el medio ambiente por lo cual ha generado un aumento en la temperatura del planeta como se muestra en la figura 06, esto causado por las diferentes actividades que cotidianamente hace el ser humano para la supervivencia de la especie.

Figura 33. Temperatura Mundial 1951-2019



Este gráfico lineal muestra anomalías de temperatura anuales desde 1880 hasta 2019, con respecto a la media de 1951-1980, según datos registrados por la NASA, NOAA, el grupo de investigación de Berkeley Earth, el Met Office Hadley Centre (Reino Unido) y el análisis Cowtan and Way. Aunque hay pequeñas variaciones de un año a otro, los cinco registros de temperatura muestran picos y valles sincronizados entre sí. Todos indican un rápido calentamiento en las últimas décadas, y todos señalan que la última década ha sido la más cálida en el registro. Créditos: NASA GISS / Gavin Schmidt (2022).

Los daños más importantes los causan las emisiones de CO₂ que expulsa a la capa de ozono la generación de las energías convencionales, este año En Colombia el factor de emisión de CO₂ por generación eléctrica es de 164,38 gramos por kWh. UPME (2020). Lo cual está causando un impacto negativo en el medio ambiente no solo por la huella de carbono, sino también en los impactos en la flora y fauna que causa la instalación de hidroeléctricas y termoeléctricas, que son los medio de generación eléctrica más usados en Colombia, por estos motivos la puesta en marcha de proyectos donde se remplaza el uso de esta energía eléctrica convencional trae muchos beneficios donde realizando los cálculos si la institución

educativa instala un sistema que genere el 70% de su consumo diario, donde este consumo está en 277 kWh, la institución en el año dejaría de producir un valor aproximado de 25kCO₂ diarios lo que automáticamente al año se convertiría en 9.125 kCO₂. Esto es una reducción muy importante en materia ambiental ya que estamos contribuyendo a varios de los objetivos del desarrollo sostenible.

Subdimensión: Beneficios sociales

Indicador: Impactos positivos en la Implementación - Mejoramiento de la calidad de vida

Para darle solución a este indicador se realizó una encuesta a 177 personas de la comunidad educativa incluyendo administrativos, docentes y estudiantes. Dicha encuesta cuenta con 9 preguntas que buscan indagar sobre la percepción que tienen estas personas con respecto a la implementación de sistemas fotovoltaicos.

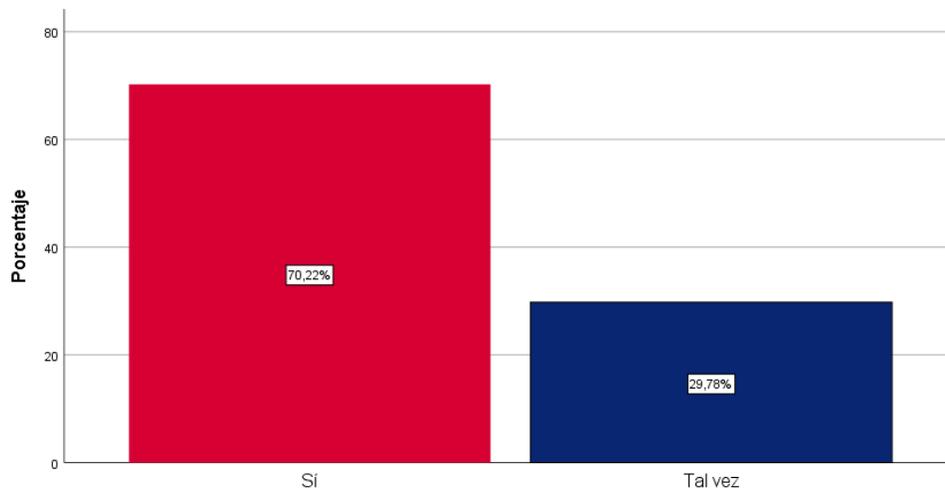
A continuación, se detalla el análisis estadístico de cada una de las preguntas donde se muestra a través de gráficos de barras y tablas donde se puede ver los diferentes aspectos de relevancia para nuestro estudio.

¿Sabe usted que son los sistemas de generación de energías alternativas?

Tabla 23: Conocer energías alternativas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	125	70,2	70,2	70,2
	Tal vez	53	29,8	29,8	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 10.



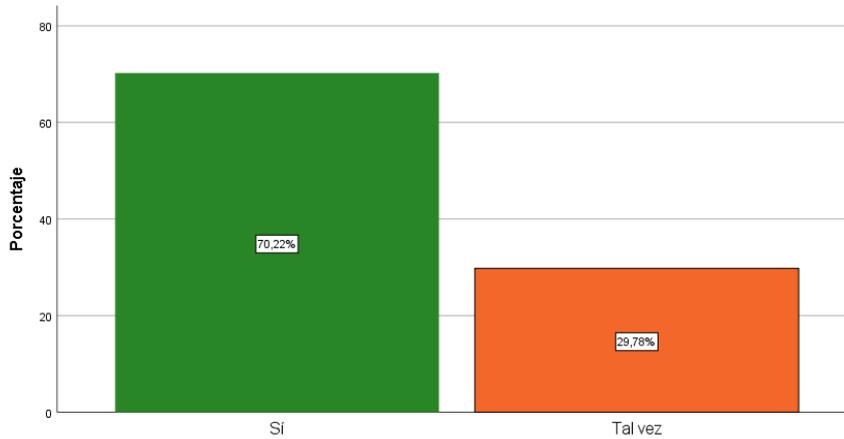
En esta pregunta el 70.22% nos dio como respuesta que, si conocen que son las energías alternativas, quiere decir que este 70.22% puede darnos una visión objetiva sobre esta encuesta.

¿Conoce usted o a escuchado ¿Que es calentamiento global?

Tabla 24: Conoce que es calentamiento global

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	125	70,2	70,2	70,2
	Tal vez	53	29,8	29,8	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 11.



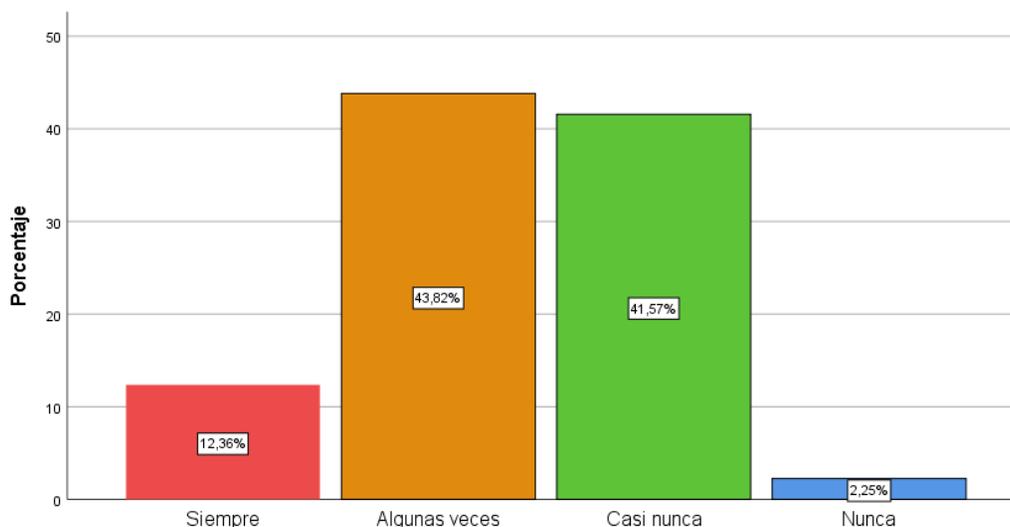
En la pregunta que si saben que es o han escuchado que es el calentamiento global el 70.22% de los encuestados respondieron con un sí. Esto nos indica que las personas pueden saber el beneficio que tiene las energías alternativas y pueden ser objetivas al responder esta encuesta.

La institución educativa dicta charlas o le habla sobre el tema de energías alternativas.

Tabla 25: Charlas de parte de la Institución

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	22	12,4	12,4	12,4
	Algunas veces	78	43,8	43,8	56,2
	Casi nunca	74	41,6	41,6	97,8
	Nunca	4	2,2	2,2	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 12.



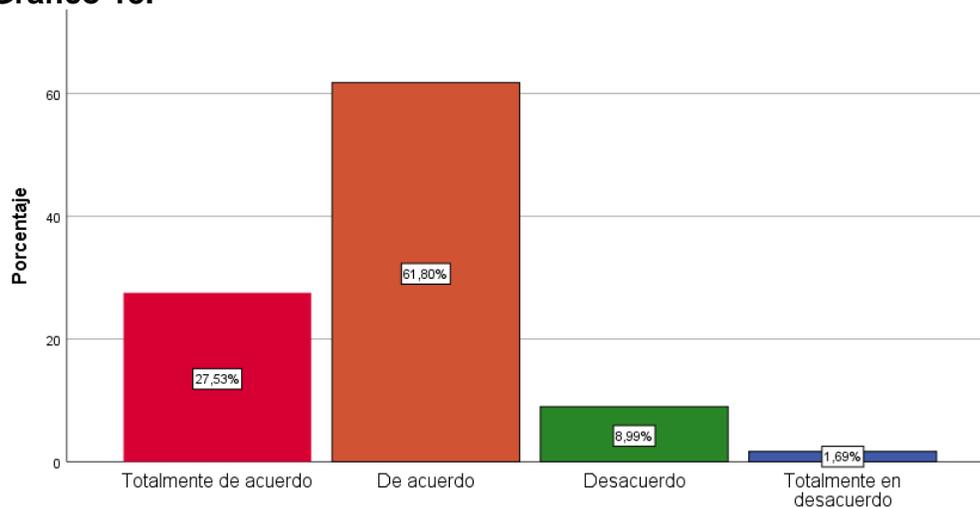
En la pregunta si la Institución dicta charlas sobre energías alternativas los encuestados hicieron más énfasis en las respuestas, algunas veces con el 43.82% y casi nunca con el 41.57%. Esto nos indica que la a la Institución le falta mucho énfasis en enseñar que son estas energías para que la comunidad conozca mucho más a fondo sobre este tema y así se pueda profundizar en los beneficios.

¿Cree usted que la implementación de energías alternativas ayuda al medio ambiente?

Tabla 26: Implementación de energías alternativas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	49	27,5	27,5	27,5
	De acuerdo	110	61,8	61,8	89,3
	Desacuerdo	16	9,0	9,0	98,3
	Totalmente en desacuerdo	3	1,7	1,7	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 13.



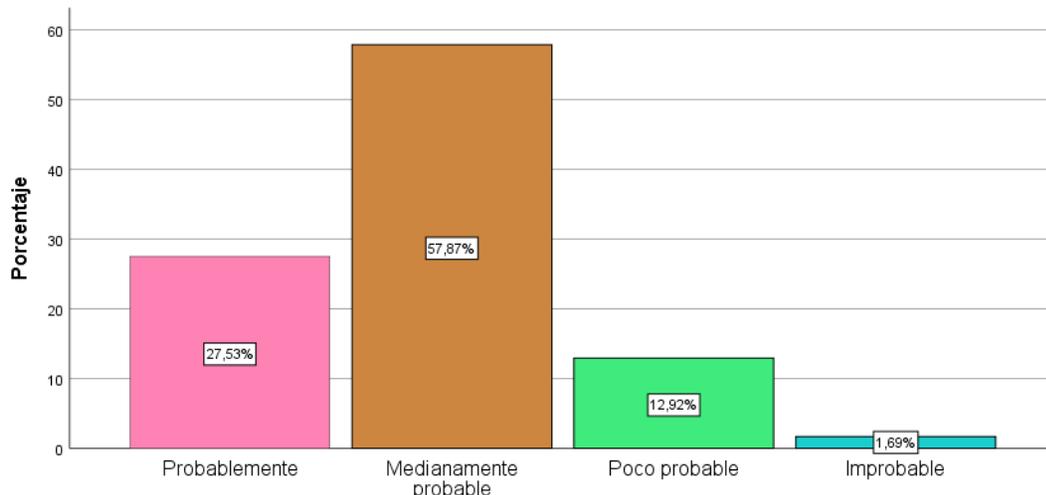
En la pregunta si la implementación de energías alternativas ayuda al medio ambiente el 61.80% está de acuerdo y el 27.53% está totalmente de acuerdo lo que nos suma un 89.33% que nos manifiesta su positividad al beneficio que tiene las energías alternativas con el medio ambiente.

¿Si se implementa un sistema de energía alternativa en la institución cree usted que se van ahorrar gastos económicos?

Tabla 27: Ahorrar gastos económicos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Probablemente	49	27,5	27,5	27,5
	Medianamente probable	103	57,9	57,9	85,4
	Poco probable	23	12,9	12,9	98,3
	Improbable	3	1,7	1,7	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 14.



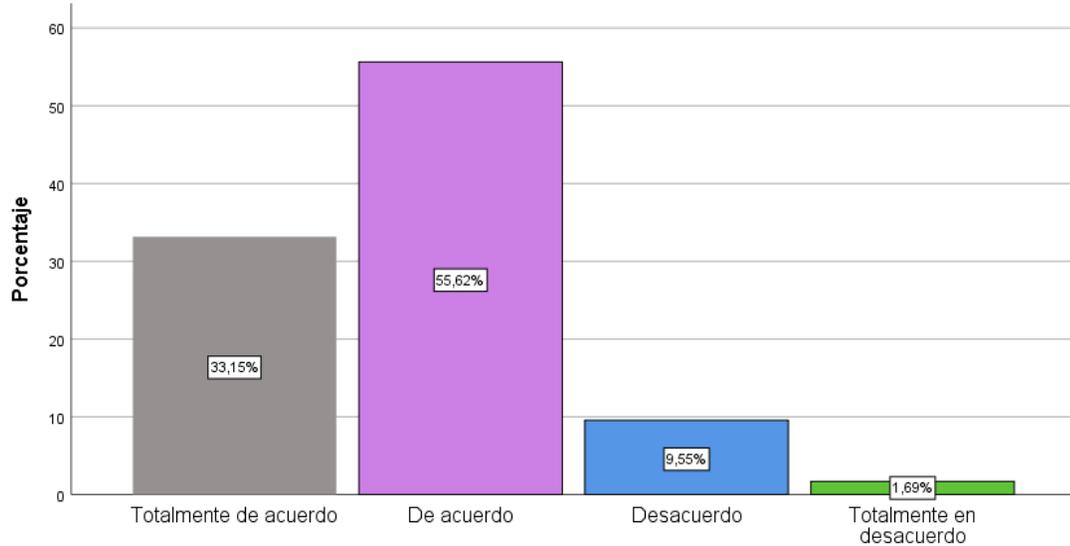
En respuesta a la pregunta si se implementan sistemas de energías alternativas se va a ahorrar en gastos económicos el 57.87% nos respondió que es medianamente probable y el 27.53% nos responde que es probable esto se debe a que las personas conocen el alto costo que tiene la energía convencional en la Ciudad de Riohacha.

¿Estará usted de acuerdo que la institución implemente este tipo de sistemas energéticos?

Tabla 28: Opinión sobre implementación de sistemas energéticos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	59	33,1	33,1	33,1
	De acuerdo	99	55,6	55,6	88,8
	Desacuerdo	17	9,6	9,6	98,3
	Totalmente en desacuerdo	3	1,7	1,7	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 15.



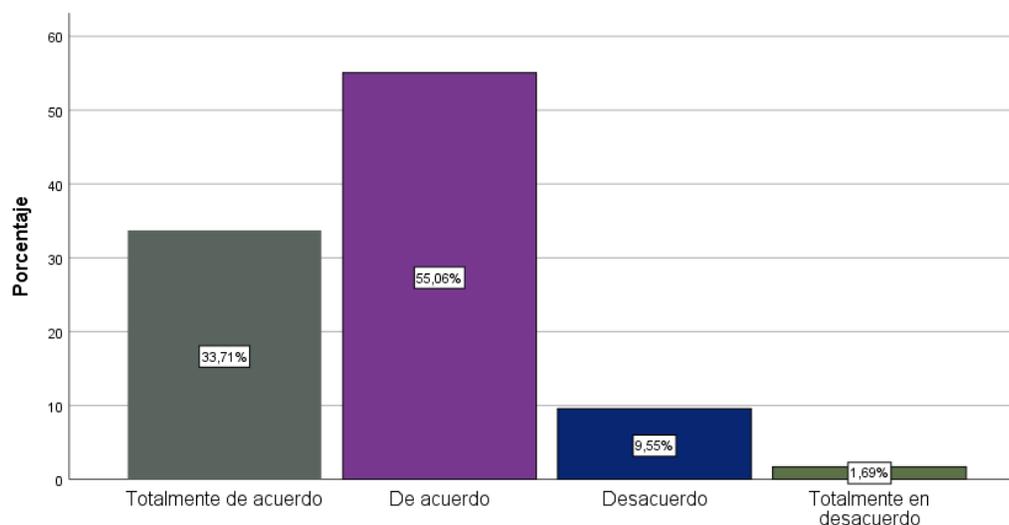
En la pregunta si estarían de acuerdo con la instalación de un sistema de energía alternativa en la institución el 55.62% afirmo estar de acuerdo y el 33.15% estaría totalmente de acuerdo, esto quiere decir que un 88.77% estaría de acuerdo con la implementación de este tipo de sistemas, esto nos quiere decir que la comunidad educativa ve con muy buenos ojos las energías alternativas.

¿Piensa usted que al utilizar la energía solar estamos disminuyendo la contaminación ambiental?

Tabla 29: Disminución de la contaminación ambiental

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	60	33,7	33,7	33,7
	De acuerdo	98	55,1	55,1	88,8
	Desacuerdo	17	9,6	9,6	98,3
	Totalmente en desacuerdo	3	1,7	1,7	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 16.



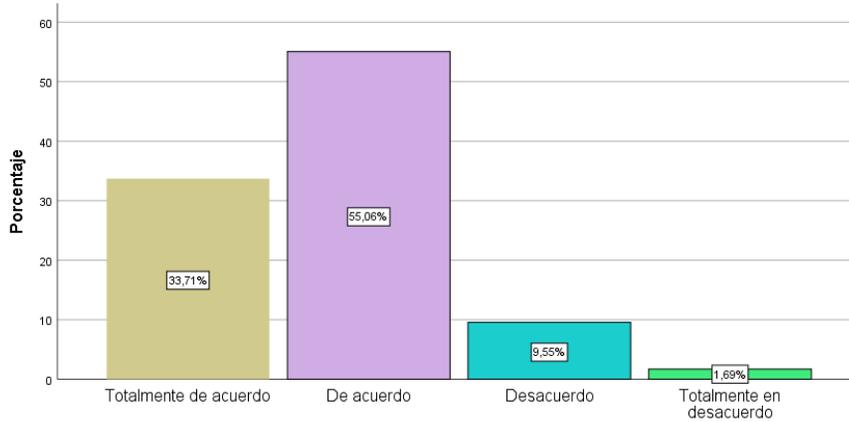
En la pregunta si al utilizar la energía solar estamos disminuyendo la contaminación ambiental el 55.06% está de acuerdo y el 33.71% está totalmente de acuerdo, esto nos está indicando 88.77 estaría de acuerdo de que la energía solar es muy buena para el medio ambiente. La disminución de la huella ambiental se considera uno de los aspectos más importantes de la implementación de las energías alternativas.

¿Cree usted que el fluido eléctrico constante permitirá la prestación del servicio educativo sin interrupciones?

Tabla 30: Constante prestación del servicio educativo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	60	33,7	33,7	33,7
	De acuerdo	98	55,1	55,1	88,8
	Desacuerdo	17	9,6	9,6	98,3
	Totalmente en desacuerdo	3	1,7	1,7	100,0
	Total	178	100,0	100,0	

Gráfico 17.



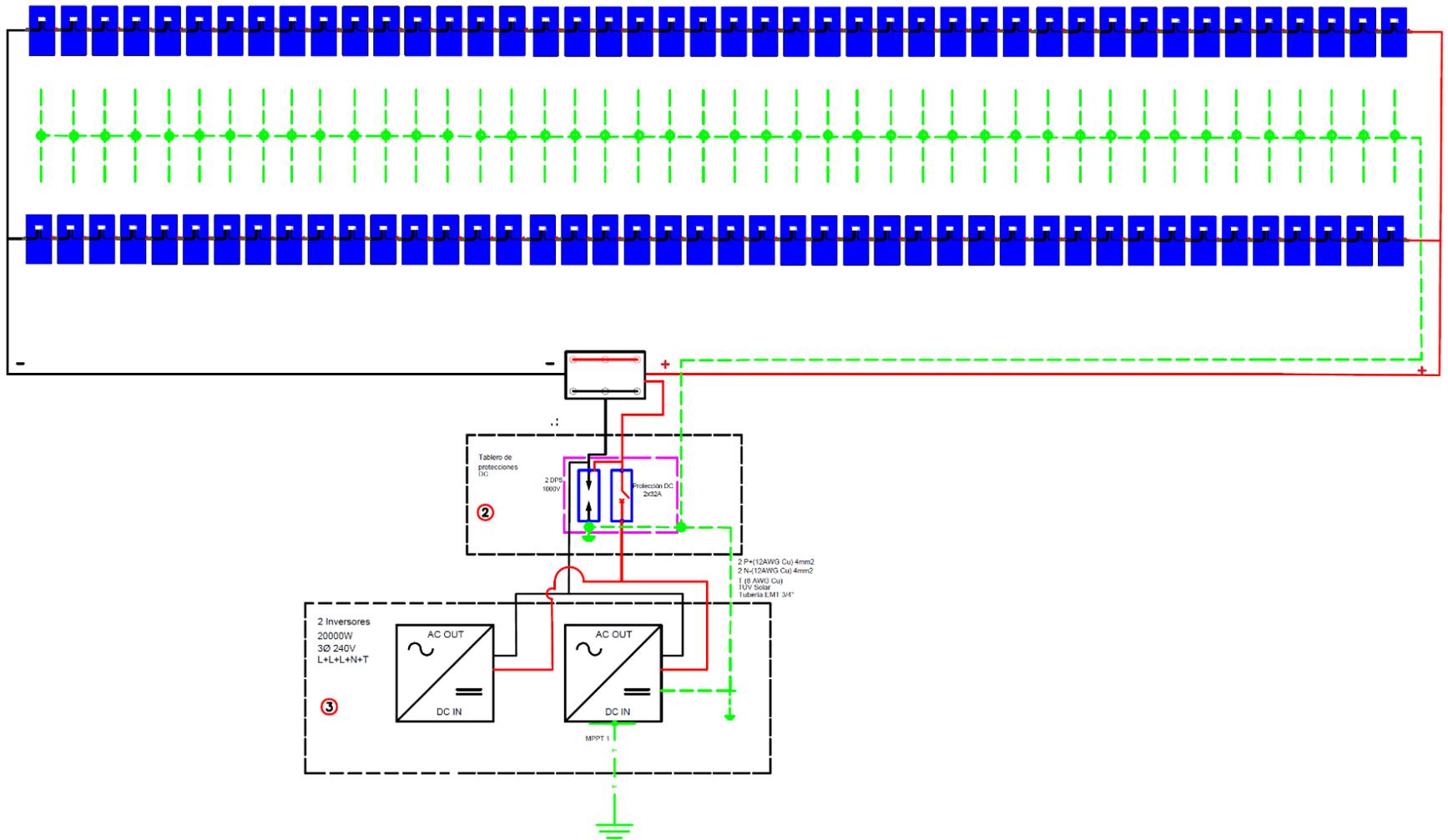
En la pregunta si el fluido eléctrico permitirá la prestación constante del servicio educativo en la institución, el 55.05% está de acuerdo y el 33.71% está totalmente de acuerdo, lo que quiere decir 88.76% está completamente de acuerdo. La comunidad educativa sabe que un fluido eléctrico constante permite que las clases no se suspenderán por las fallas que se puedan presentar por parte de la empresa Encargada.

Objetivo 4: Diseñar el sistema fotovoltaico interconectado a la red que sea acorde con el porcentaje requerido para minimizar costos y garantizar el servicio de energía eléctrica constante en la Institución educativa.

Para cumplir este objetivo se hizo un análisis de diferentes situaciones dadas en la Institución educativa y su entorno.

Esto arrojo como resultado el plantear un sistema fotovoltaico de 40kW con un costo de instalación de \$219.000.000 que tiene 80 paneles fotovoltaicos de 500W.

Figura 34: Diseño del sistema fotovoltaico



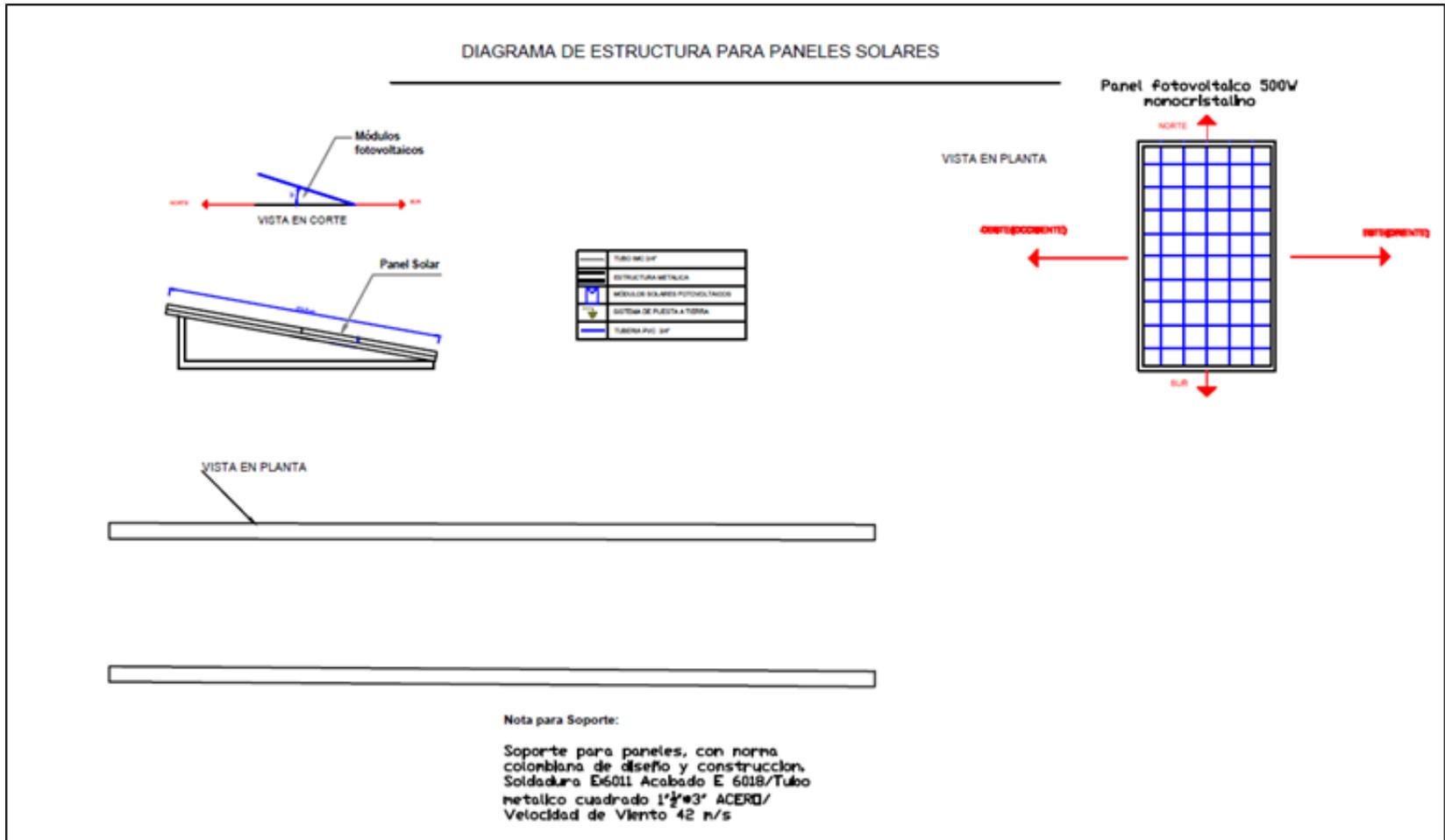
Fuente elaboración propia M. Polo (2022)

Figura 35: Cubierta de la cancha donde se instalarán los paneles fotovoltaicos



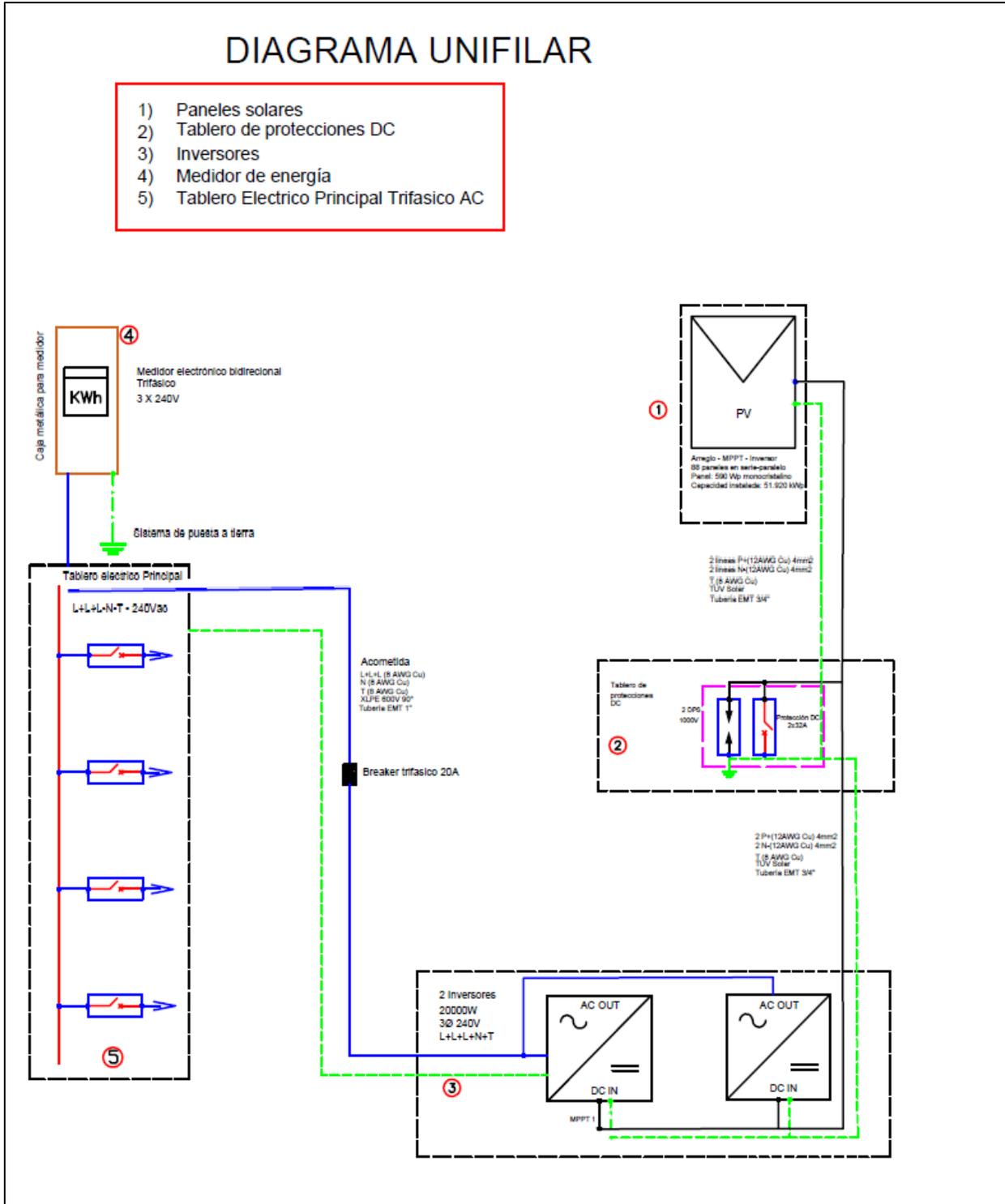
Fuente elaboración propia M. Polo (2022)

Figura 36: Diagrama de estructura para los paneles solares



Fuente elaboración propia M. Polo (2022)

Figura 37: Diagrama Unifilar



Fuente elaboración propia M. Polo (2022)

Notas aclaratorias en la Instalación

1. La instalación de todos los componentes y equipos debe realizarse siguiendo a cabalidad todos los lineamientos del RETIE y NTC 2050.
2. La resistencia de puesta a tierra en el punto neutro de la acometida en baja tensión debe ser $< 25 \Omega$, si se supera este valor se debe tratar el punto químicamente para mejorar la resistividad del suelo.
3. La estructura de los módulos fotovoltaicos, la envolvente y los barrajes de tierra de los gabinetes tipo exterior e interior deben estar equipotencializados a tierra.
4. En la instalación de la acometida se deben tomar las medidas necesarias para evitar que esta se convierta en canal de transporte de agua lluvia a la fachada o al gabinete interior.
5. La inclinación de los módulos fotovoltaicos debe ser de 10° en dirección sur, siendo estos ubicados en el plano horizontal oriente-occidente.
6. La estructura metálica de soporte para los módulos fotovoltaicos debe ajustarse apropiadamente antes de colocar el panel solar.
7. Para la protección mecánica de los circuitos monofásicos de las instalaciones internas se realiza montaje en tubería EMT de calibre de 3/4".
8. La conexión de los circuitos monofásicos de las instalaciones internas se realiza con cable de cobre THHN/THWN 8 AWG con los colores correspondientes para fase, neutro y tierra correspondientemente.

5. CONCLUSIONES

En los últimos años el desarrollo de la sociedad ha causado un impacto ambiental sobre todo el tema de consumo energético, que cada día es más necesario para las industrias, conglomerados sociales y zonas rurales. El excesivo uso de la electricidad ha hecho que el ser humano innove en nuevas fuentes de generación de estas que disminuya los índices de contaminación que se produce la generación de energía de las maneras convencional que existen.

La investigación aquí planteada pretende profundizar en el tema de las nuevas formas de energías alternativas como la fotovoltaica y los usos que se pueden dar en las zonas urbanas y sobre todo en la Institución Educativa Isabel María Cuesta González en específico la sede Mauricio Lopesierra.

Analizando los resultados de los objetivos desarrollados se plantean las siguientes conclusiones:

- Con respecto al objetivo realizar el perfil de las cargas sobren el consumo de energía eléctrica en la Institución Educativa para el funcionamiento de toda su planta física. Se concluyó que este estudio nos dio la base para el estudio de los requerimientos energéticos que tiene la institución educativa. En este objetivo también se buscó estudiar un poco más a fondo la problemática que se vive contantemente en el Departamento de La Guajira con la calidad del servicio que se presta la empresa Encargada con respecto a la energía eléctrica. Sus altos costos y los inconvenientes que se presentan con la prestación permanente del fluido eléctrico hacen que cada vez afecte más la

economía y la calidad de vida de una sociedad envuelta en diversos problemas.

- Examinando el objetivo Realizar una vigilancia tecnológica para seleccionar las tecnologías factibles económicamente que sirvan al diseño del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa. Lo primero que se realizó fue una vigilancia tecnológica en las bases de datos SCOPUS y PATENINSPIRATION que nos dio como resultado conocer los diferentes estudios que hay en nuevas tecnologías y materiales que se usan en la actualidad para los sistemas de energías fotovoltaicas y también los países que lideran en la implementación y fabricación de estos mismos.

Después se procedió a realizar un estudio técnico con base en los resultados de la vigilancia tecnológica de cuáles serían los mejores materiales y más comerciales para la instalación de este sistema, teniendo en cuenta los costos iniciales y cuáles serían los beneficios. Concluyendo que la inversión inicial la podríamos estar recuperando en aproximadamente 6 años.

- Considerando el estudio del objetivo Determinar los impactos socio-ambientales que traería la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica en la Institución Educativa, se pudo concluir que la implementación de un sistema fotovoltaico en la Institución son muy variados, en el ambiente ambiental son muy diversos con la puesta en marcha de este tipo de proyectos sobre todo en la zona urbana, donde son muy poco utilizados, y este en particular que plantea un sistema

interconectado a la red eléctrica es aún más beneficioso al medio ambiente, porque no tendría la necesidad de tener baterías lo que no generará una afectación por los químicos que se necesitan para la fabricación de las mismas, aunado a esto como el sistema fotovoltaico estaría generando más del 70% del consumo diario reduciría sustancialmente las emisiones de dióxido de carbono en unos 25KCO₂ diarios, esto significaría un gran aporte por parte de la institución para evitar los efectos del cambio climático.

En el ámbito social como se pudo dar a conocer en el primer objetivo la falta de fluido eléctrico afecta la calidad de vida de las personas en la ciudad de Riohacha y sobre todo la prestación del servicio educativo en las diferentes instituciones por las condiciones climáticas que existen en la ciudad, por lo que la instalación de este tipo de sistemas de energías alternativas puede llegar a dar solución a una problemática que aqueja hace muchos años al departamento de La Guajira en general que es la ausencia constante del servicio de energía.

- Considerando el ultimo objetivo que es diseñar el sistema fotovoltaico interconectado a la red que sea acorde con el porcentaje requerido para minimizar costos y garantizar el servicio de energía eléctrica constante en la Institución educativa. Se tuvieron en cuenta todos los aspectos de la investigación para poder entregar plasmados los planos como seria la instalación de este sistema si se llegara a implementar por parte de la institución educativa.

6. RECOMENDACIONES

Ya finalizando la investigación se proponen las siguientes recomendaciones.

- Realizar una revisión a todo el sistema eléctrico ya que se encontró que las diferentes fases están desbalanceadas y esto estaría generando afectación en el funcionamiento de los diferentes aparatos electrónicos.
- Realizar un plan de ahorro energético donde se involucre a toda la comunidad educativa donde se plantee migrar las diferentes luces a lámparas led y los aires acondicionados a tecnología invertir y así lograr una disminución sustancial en el consumo energético.
- Buscar fuentes de financiación para la ejecución de este tipo de proyectos, como lo son la alcaldía, quien es el que se encarga del pago de la energía que se consume en la Institución, y también de diferentes ONG nacionales o internacionales que se interesen en las energías alternativas y vean los beneficios que están traen a un mediano plazo.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALQUIMODUL (2022): *Energía Solar Fotovoltaica, Energía Limpia y Renovable*. Recuperado de: <https://www.alquimodul-peru.com/energia-solar-fotovoltaica/>

ARIAS, F. G. (2006): *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 6ta. Fidas G. Arias Odón.

BEN, M. Y BEN, S. (2016). *The role of renewable energy and agriculture in reducing CO 2 emissions : Evidence for North Africa countries*. *Ecological Indicators*, 74, 295-301. Doi: 10.1016/j.ecolind.2016.11.032.

BOWERMAN, Bruce; O'CONNELL, Richard y KOEHLER, (2007). *Pronósticos, series de tiempo y regresión: Un enfoque aplicado*. 4 ed. México: Internacional Thomson Editores.

BUSTAMANTE, M. E., QUINTANA, J. Á., & CASTRO, B. M. (2012): Las dimensiones de la calidad del servicio en el proceso de distribución y comercialización de energía eléctrica. *Contaduría y administración*, 57(3), 175-195.

CAMBIO ENERGETICO. (2022): *¿CUÁL ES LA ÚLTIMA TECNOLOGÍA EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS?*, Recuperado de: <https://www.cambioenergetico.com/blog/ultima-tecnologia-placas-solares/>

CASTAÑO, DAVID ORTIZ. (2015): *Los hogares y pequeños negocios consumieron más energía en noviembre*. [documento virtual] ENVIGADO - ANTIOQUIA, COLOMBIA: EL COLOMBIANO S.A. & CIA. S.C.A. coche.2015.08.003.

CASTRO, F. G. (2021): El estudio económico-financiero y la evaluación en proyectos de la industria química. Univ. Nacional de Colombia.

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (2014): *Documento CREG 097*, Regulación actividad de Autogeneración.

DANE (2018): *Encuesta de Calidad de Vida Departamental*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2018/Presentacion-ECV-departamental-2018.pdf

DE COLOMBIA, C. P. (1991): *Constitución Política República de Colombia*.

DE FRANCISCO, A. y CASTILLO, M. (1985): *Energía solar. Diseño y dimensionamiento de instalaciones*, Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, Córdoba

DE PAEPE et al., (2019): *PV system interconnected to the electricity grid with hourly control of energy injection*.

DOLEZAL; MAJANO; OCHS; RAMÓN, (2013): Palencia La Ruta hacia el Futuro para la Energía Renovable en Centroamérica.

Enciclonet. (2020): «Energía alternativa». Recuperado de: <https://www.enciclonet.com/articulo/energia-alternativa/>

ENRÍQUEZ (2004): *El ABC Del Alumbrado y Las Instalaciones Eléctricas En Baja Tensión*. 2 ed. México: Limusa.

FERGUSON, C., & GOULD, J. (2005): *Marco Teórico de los Costos*. Recuperado de:

https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/7438/Fundamentos_2_207-46.

FERNÁNDEZ y CERVANTES. (2017): *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira*. Valle del Cauca.

GASPARATOS, A., DOLL, C. N. H., ESTEBAN, M., AHMED, A. Y OLANG, T. A. (2017). *Crossmark. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 161-184. Doi: 10.1016/j.rser.2016.08.030.

GÓMEZ-RAMÍREZ, J., MURCIA-MURCIA, J. D., & CABEZA-ROJAS, I. (2017). *La Energía Solar*.

GUARDADO, R. y ARTIGAO, A. (1990): *Climatología General*, Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, Albacete

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, FERNÁNDEZ, BAPTISTA. (2014): *Metodología de la Investigación*, Sexta Edición.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. (2017). *Promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país*, Recuperado de: http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf

JOSIMOVIĆ, B., PETRIĆ, J., & MILIJIĆ, S. (2014): *The use of the Leopold matrix in carrying out the EIA for wind farms in Serbia*. *Energy and Environment Research*, 4(1), 43-54.

KANNAN, N. Y VAKEESAN, D. (2016). *Solar energy for future world: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1092-1105. Doi: 10.1016/j.rser.2016.05.022.

LEOPOLD, L. B. (1971): *A procedure for evaluating environmental impact* (Vol. 28, No. 2). US Department of the Interior.

LOZADA, J. (2014): *Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.

MARGALEF, R. (1992): *Ecología Planeta*, Barcelona

MARÍN JIMÉNEZ. (2013). *Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico de potencia colombiano: un enfoque dinámico*. Manizales

MARTÍNEZ GONZÁLEZ-TABLAS, A., ORLANDINI, A., & HERRERO LÓPEZ, S. (2011). *Crisis, cambio global y energía*.

MARTÍNEZ, (2016): *Energía solar fotovoltaica integrada en la edificación: modelizado y análisis del efecto del sombreado en la captación de irradiación*, Bogotá D.C.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (2013): *Resolución 90708, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE*.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (2014): *Decreto 246, por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración*.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (2014): *Decreto 2492, Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda energética.*

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (2015): *Decreto 1073, Por la cual medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.*

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (2015): *Decreto 2143, Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, Decreto 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014.*

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (2016): *Resolución 045, Por la cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención de gravamen arancelario de que tratan los Artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014.*

MORALES CASTRO, J. A., & MORALES CASTRO, A. (2009): *Proyectos de inversión.*

MUÑOZ DURÁN, J., MARÍN MARTÍNEZ, M., & VALLEJO TRIANO, J. (2006): *La vigilancia tecnológica en la gestión de proyectos de I+ D+ i: recursos y herramientas. El profesional de la información, 15(5), 411-419.*

NAVARRO, L. (2009): *Desarrollo, Ejecución y Presentación del Proyecto de Investigación.*

NAVARRO, S. y BARBA, A. (1992): *Comportamiento de los plaguicidas en el medio ambiente*, MAPA., Madrid.

OBEZ, R. M., AVALOS OLIVERA, L. I., STEIER, M. S., & BALBI, M. M. (2018): *Técnicas mixtas de recolección de datos en la investigación cualitativa: proceso de construcción de las prácticas evaluativas de los profesores expertos en la UNNE*.

OFICIAL, D. (1994): *Ley 143 de 1994. Ley Eléctrica*.

OFICIAL, D. (2001): *Ley 697: Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. Congreso de Colombia*. In Congreso de Colombia.

OFICIAL, D. (2007): *Ley 1151 de 2007. Por la cual se expide el plan nacional de desarrollo 2006-2010*.

OFICIAL, D. (2014) *Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*.

PÉREZ DE LOS REYES, M. (2007): *Aplicaciones de la energía solar al tratamiento térmico de suelos de invernadero*, Universidad de Córdoba, Cordoba.

PORTILLO, P. (1985): *Energía solar, Pirámide*, Madrid

RAMÍREZ. (2009): *Redes de Distribución de Energía*. 3 ed. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

RAMÍREZ, C. A. Y., & GUZMAN, Y. A. (2017): Estudio comparativo de técnicas de toma de decisiones multicriterio para la jerarquización de tecnologías de energías renovables a utilizar en la producción de electricidad. *Scientia et Technica*, 22(3), 273-280.

ROSALES. (2005): *Estudio técnico-económico de parques eólicos marinos en Canarias, España*.

ROSSO-CERÓN, A. M. Y KAFAROV, V. (2015). *Barriers to social acceptance of renewable energy systems in Colombia*. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 10, 103-110. Doi: 10.1016/j.

SALAMANCA-ÁVILA, S. (2017). *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá*. *Revista Científica*, 30 (3), 263-277. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>.

SALVADOR, A. G., ALCAIDE, A. S., SÁNCHEZ, C. C., & SALVADOR, L. G. Evaluación de impacto ambiental (pp. 55-65). Pearson Educación. 2005.

SÁNCHEZ MAZA. (2010): *Energía Solar Fotovoltaica*, México.

SAN-MARTÍN MARTÍNEZ, J. P. (2017): *La energía solar térmica en la edificación. Estudio y caracterización del proceso global: captura, almacenamiento selectivo y uso eficiente*.

SANZ ADÁN JACINTO SANTAMARÍA PEÑA & ACADÉMICO. (2016) *Energía solar fotovoltaica integrada en la edificación: modelizado y análisis del efecto del sombreado en la captación de irradiación*, Universidad Rioja.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M.; YOUNG, H.; FEEDMAN, R. (1996): *Física universitaria*, Addison Wesley Longman, México.

SIERRA, B. (1996): *Técnicas de investigación social*. 8va. Madrid: Editorial Paraninfo.

TAMAYO, M. (2011): *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.

UNE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. (2006): *Norma Española 166000, Gestión de la I+D+i*.

VELÁZQUEZ DE CASTRO. (1996): *Appropriate environmental alternatives to CFCs; Alternativas ambientales aceptables a los CFCs*, España.

VILLALBA MOSQUERA, R. (2002): *Informe al Congreso de la República 2000-2001*.

WAHYUNI, N. S., WULANDARI, S., WULANDARI, E. Y PAMUJI, D. S. (2015). *Integrated Communities for the Sustainability of Renewable Energy Application: Solar Water Pumping System in Banyumeneng Village, Indonesia*. *Energy Procedia*, 79, 1027-1032. Doi: 10.1016/j.

WATHERN, P. (org.) (1988): *Environmental impact assessment. Theory and practice*. Unwin Hyman, London.

8. ANEXOS

ANEXO A

INTRUMENTO VALIDADO

EVALUACION CUESTIONARIO 1 y 2

EVALUACIÓN GENERAL

1. ¿El instrumento permite alcanzar el objetivo general de la investigación?

Si, el instrumento permite alcanzar el objetivo general.

2. ¿Los ítems miden las variables señaladas?

Si, los ítems permiten medir las variables señaladas.

3. Recomendaciones generales para el instrumento elaborado:

Para posteriormente facilitar la tabulación de los resultados, se recomienda para todas las opciones de respuesta utilizar letras en las opciones de respuesta. Por ejemplo, la pregunta 3 del cuestionario No.2 tiene dos opciones: si () no (); podrías clasificarlas así: a. Si () b. No (). Y así en todas las opciones de respuestas.

4. Recomendaciones generales para la investigación que se realiza:

5. El instrumento diseñado es válido:

Si (X) No ()

Observaciones:

Las opciones de respuesta de cada pregunta deben estar clasificadas por las letras del abecedario para facilitar la tabulación e interpretación.

Se recomienda que para los ítems 14, 15, 16, 17, 23, se amplíe las opciones de respuesta de tal manera que no se abuse del modelo dicotómico. A modo de ejemplo en la pregunta 14 se podría replantear de la siguiente forma:





MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN



Registro Calificado 04662 del 15 de marzo de 2017

Código SNIES 106195

Teniendo en cuenta que la institución educativa paga más de 2 millones de pesos mensuales en el servicio de energía eléctrica. ¿Cómo valora usted el costo de este servicio?

- a. Aceptable () b. Ligeramente Alto () C. (Costoso) d. (Exagerado).

Nombre del Evaluador: Jaime Luis Murgas Bornachelly

Título que posee: Magister en Gestión de la Tecnología y la Innovación

Institución en la cual labora: ICBF – La Guajira

Firma

C.C. 84.085.111 de Riohacha

ANEXO B

CUESTIONARIOS FINALES

ENCUESTA TIPO CUESTIONARIO N° 1

A través de la siguiente encuesta se pretende medir la percepción que tiene la comunidad educativa de la Institución Isabel María Cuesta González sobre el servicio de energía eléctrica que presta la empresa Electricaribe. Esta encuesta es de carácter confidencial por lo tanto se le pide contestar de la manera más objetiva posible.

1. ¿Cuál es su perfil en la Institución educativa?
Directivo docente
Docente
Administrativo
Estudiante

2. ¿Considera usted que la calidad el servicio de energía prestado por la empresa Encargada en la institución educativa es?
Excelente
Bueno
Regular
Malo

3. ¿Considera usted que por la falta de fluido eléctrico en la Institución educativa se pueden presentar dificultades en prestación del servicio académico
Si
No
Tal vez

4. ¿Por lo general cuando se presentan fallas en el servicio de energía eléctrica en la Institución educativa cuanto demora en regresar el servicio?
0 – 1 horas
1 – 2 horas
2 – 3 horas
Mas de 3 horas

5. Teniendo en cuenta que la institución educativa paga más de 4 millones de pesos mensuales en energía eléctrica ¿Piensa usted que el servicio de es costoso?
Aceptable_____
- Ligeramente alto_____
- Costoso _____
- Exagerado _____
6. ¿Usted cree que la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica puede mejorar las condiciones del actuales del servicio en la institución educativa?
Muy altamente probable _____
- Probable _____
- Poco probable _____
- Improbable _____
7. ¿Usted conoce si alguna vez la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica ha ofrecido excusas cuando se presentan fallas del servicio en la institución educativa?
Si_____
- No_____
8. ¿Piensa usted que cuando se presentan apagones en la institución educativa se debe a fallas de la conexión interna o siempre las relaciona con la falta de fluido eléctrico en el sector?
Fallas internas _____
- Fallas en el sector _____
9. ¿Alguna vez la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica a visitado la institución educativa para dictar alguna charla sobre el razonamiento en el consumo de energía eléctrica?
Si_____
- No_____

10. ¿En general que tan satisfecho esta con la prestación del servicio de energía eléctrica en la institución?

Muy satisfecho _____

Satisfecho _____

Poco satisfecho _____

Nada satisfecho _____

ENCUESTA TIPO CUESTIONARIO N° 2

A través de la siguiente encuesta se pretende medir la percepción que tiene la comunidad educativa sobre los beneficios que podría traer la implementación de un sistema de energía alternativa en la Institución educativa. Esta encuesta es de carácter confidencial por lo tanto se le pide contestar de la manera más objetiva posible.

1. ¿Cuál es su perfil en la Institución educativa?
Directivo docente _____
Docente _____
Administrativo _____
Estudiante _____
2. ¿Sabe usted que son los sistemas de generación de energías alternativas?
Si _____
No _____
3. Conoce usted o a escuchado ¿Que es calentamiento global?
Si _____
No _____
4. La institución educativa dicta charlas o le habla sobre el tema de energías alternativas.
Siempre _____
Algunas veces _____
Casi nunca _____
Nunca _____
5. ¿En la institución educativa se dictan charlas sobre el ahorro de energía eléctrica?
Siempre _____
Algunas veces _____
Casi nunca _____
Nunca _____
6. ¿Cree usted que la implementación de energías alternativas ayuda al medio ambiente?

Totalmente en desacuerdo_____

Desacuerdo _____

De acuerdo_____

Totalmente de acuerdo_____

7. ¿Si se implementa un sistema de energía alternativa en la institución cree usted que se van ahorrar gastos económicos?

Probablemente _____

Medianamente probable_____

Poco probable_____

Improbable _____

8. ¿Estará usted de acuerdo que la institución implemente este tipo de sistemas energéticos?

Totalmente de acuerdo_____

De acuerdo_____

Desacuerdo _____

Totalmente en desacuerdo_____

9. ¿Piensa usted que al utilizar la energía solar estamos disminuyendo la contaminación ambiental?

Totalmente de acuerdo_____

De acuerdo_____

Desacuerdo _____

Totalmente en desacuerdo_____

10. ¿Cree usted que el fluido eléctrico constante permitirá la prestación del servicio educativo sin interrupciones?

Totalmente de acuerdo_____

De acuerdo_____

Desacuerdo _____

Totalmente en desacuerdo_____

ANEXO C

ENCUESTAS DILIGENCIADAS

**ENCUESTA PERCEPCIÓN DEL SERVICIO
ESTUDIANTES**

A través de la siguiente encuesta se pretende medir la percepción que tiene la comunidad educativa de la Institución Isabel María Cuesta González sobre el servicio de energía eléctrica que presta la empresa Electricaribe. Esta encuesta es de carácter confidencial por lo tanto se le pide contestar de la manera más objetiva posible.

1. ¿Cuál es su perfil en la Institución educativa?
 Directivo docente _____
 Docente _____
 Administrativo _____
 Estudiante

2. ¿Considera usted que la calidad el servicio de energía prestado por la empresa Air-e en la institución educativa es?
 Excelente _____
 Bueno _____
 Regular _____
 Malo

3. ¿Considera usted que por la falta de fluido eléctrico en la Institución educativa se pueden presentar dificultades en prestación del servicio académico?
 Si
 No _____

4. ¿Por lo general cuando se presentan fallas en el servicio de energía eléctrica en la Institución educativa cuanto demora en regresar el servicio?
 0 - 1 horas _____
 1 - 2 horas _____
 2 - 3 horas
 Mas de 3 horas _____

5. Teniendo en cuenta que la por el servicio de energía eléctrica la alcaldía de Riohacha paga por la institución educativa más de 4 millones de pesos mensuales ¿Piensa usted que el valor económico del servicio es?
 Aceptable _____
 Ligeramente alto _____
 Costoso _____
 Exagerado

6. ¿Usted cree que la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica puede mejorar las condiciones del actuales del servicio en la institución educativa?
 Muy altamente probable _____
 Probable _____
 Poco probable _____
 Improbable

7. ¿Usted conoce si alguna vez la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica ha ofrecido excusas cuando se presentan fallas del servicio en la institución educativa?
 Si _____
 No

8. ¿Piensa usted que cuando se presentan apagones en la institución educativa se debe a fallas de la conexión interna o siempre las relaciona con la falta de fluido eléctrico en el sector?
 Fallas internas _____
 Fallas en el sector

9. ¿Alguna vez la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica a visitado la institución educativa para dictar alguna charla sobre el razonamiento en el consumo de energía eléctrica?
 Si _____
 No

10. ¿En general que tan satisfecho esta con la prestación del servicio de energía eléctrica que presta la empresa Air-e en la institución?
 Muy satisfecho _____
 Satisfecho _____
 Poco satisfecho _____
 Nada satisfecho

ENCUESTA BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS FOTVOLTAICOS ESTUDIANTES

A través de la siguiente encuesta se pretende medir la percepción que tiene la comunidad educativa sobre los beneficios que podría traer la implementación de un sistema de energía alternativa en la Institución educativa. Esta encuesta es de carácter confidencial por lo tanto se le pide contestar de la manera más objetiva posible.

1. ¿Cuál es su perfil en la Institución educativa?
Directivo docente _____
Docente _____
Administrativo _____
Estudiante
2. ¿Sabe usted que son los sistemas de generación de energías alternativas?
Sí
No _____
3. ¿Que tan seguido la Institución educativa dicta charlas sobre las energías alternativas?
Frecuentemente _____
Algunas veces
Casi nunca _____
Nunca _____
4. ¿Qué tan seguido en la institución educativa se dictan charlas sobre el ahorro de energía eléctrica?
Frecuentemente _____
Algunas veces _____
Casi nunca _____
Nunca
5. ¿Cree usted que la implementación de energías alternativas ayuda al mitigar los efectos de gases de invernadero y disminuye el calentamiento global?
Totalmente de acuerdo
De acuerdo _____
Desacuerdo _____
Totalmente en desacuerdo _____
6. ¿Si se implementa un sistema de energía alternativa en la institución cree usted que se van ahorrar gastos económicos?
Probablemente
Medianamente probable _____
Poco probable _____
Improbable _____
7. ¿Estará usted de acuerdo que la institución implemente este tipo de sistemas energéticos?
Totalmente de acuerdo
De acuerdo _____
Desacuerdo _____
Totalmente en desacuerdo _____
8. ¿Piensa usted que al utilizar la energía solar estamos contribuyendo al medio ambiente?
Totalmente de acuerdo
De acuerdo _____
Desacuerdo _____
Totalmente en desacuerdo _____
9. ¿Cree usted que el fluido eléctrico constante permitirá la prestación del servicio educativo sin interrupciones?
Totalmente de acuerdo
De acuerdo _____
Desacuerdo _____
Totalmente en desacuerdo _____

ANEXO D

**FOTOGRAFIAS EVIDENCIAS LLENADO DE
ENCUESTAS**

Docentes llenando la encuesta



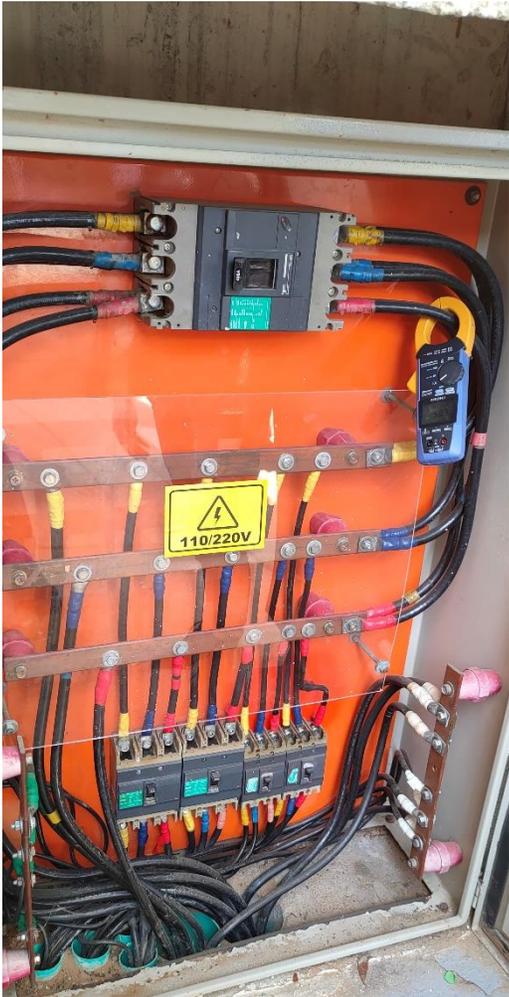
Estudiantes llenando la encuesta



ANEXO E

**FOTOGRAFIA EVIDENCIAS DE MEDICIÓN
CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA**

Toma de mediciones de consumo energético



ANEXO F

Registro de fallas o suspensión del servicio eléctrico

Lista de chequeo fallas del servicio de energía eléctrica

VERIFICACIÓN DE INTERRUPCIONES DEL SERVICIO DE ENERGÍA			
N°	FECHA Y HORA DE LA INTERRUPCIÓN	DURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN EN MINUTOS	EL MANTENIMIENTO ESTABA PROGRAMADO
1	03/02/22 4:15pm	60	NO
2	04/02/22 6:15am	480	SI
3	10/02/22 7:25pm	35	NO
4	13/02/22 8:17am	65	NO
5	13/02/22 2:40pm	180	NO
6	13/02/22 10:10pm	40	NO
7	17/02/22 6:00am	480	SI
8	24/02/22 12:00pm	60	NO
9	27/02/22 2:30pm	200	NO
10	28/02/22 4:00am	120	NO
11	01/03/22 5:00am	420	NO
12	05/03/22 10:50am	80	NO
13	09/03/22 4:15pm	90	NO
14	19/03/22 3:30pm	180	NO
15	20/03/22 6:40am	480	NO
16	20/03/22 9:20am	30	NO
17	24/03/22 2:20pm	120	NO
18	28/03/22 8:30am	45	NO
19	28/03/22 1:10pm	100	NO
20	28/03/22 6:50pm	30	NO
21	30/03/22 3:15pm	300	NO
22	30/03/22 9:00pm	400	NO
23	2/04/22 4:00am	480	NO
24	2/04/22 7:20am	40	NO
25	2/04/22 4:00pm	60	NO
26	2/04/22 6:17pm	30	NO
27	05/04/22 10:44am	500	SI
28	06/04/22 3:22am	40	NO
29	06/04/22 6:50am	80	NO
30	06/04/22 11:30am	70	NO
31	06/04/22 3:50pm	120	NO
32	08/04/22 1:40pm	600	SI
33	11/04/22 2:20am	180	NO
34	11/04/22 8:30am	240	SI
35	11/04/22 6:40pm	30	NO
36	11/04/22 9:30pm	20	NO

37	13/04/22 10:00am	25	NO
38	13/04/22 9:30pm	120	NO
39	15/04/22 9:45am	30	NO
40	15/04/22 3:40pm	85	NO