

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE DECIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES”

TEMA:

**ANÁLISIS AMBIENTAL, TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO,
COMO ALTERNATIVA PARA EL SUMINISTRO CONTINUO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN UN CENTRO MÉDICO DEL CANTÓN
PUERTO LÓPEZ EN LA PROVINCIA DE MANABÍ.**

AUTOR:

JUAN JOSÉ CABRERA BASURTO

Guayaquil - Ecuador

2023

RESUMEN

La energía fotovoltaica requiere de un proceso químico en sí mismo que convierte la radiación solar en corriente eléctrica por medio de células fotovoltaicas. El estudio realizado en este documento comprende la instalación de paneles solares en un Centro Médico como alternativa a la generación de energía por parte de un generador a Diésel cuando este Centro sufre desconexiones imprevistas por parte de la compañía distribuidora. Dentro de los principales problemas del Centro Médico objeto de análisis se encuentra que este tiene cortes eléctricos constantes que provocan un funcionamiento ineficiente, haciendo que los pacientes se expongan a una mala atención y un servicio que no cumple sus expectativas, reduciendo también el tiempo de vida de los instrumentos o aparatos que funcionan en el mismo producto de las frecuentes variaciones de voltaje, sin mencionar la falta de iluminación en sus pasillos y área exterior. Este Centro Médico, ubicado en el cantón Puerto López de la provincia de Manabí, se encuentra geográficamente muy alejado de las plantas hidroeléctricas o fuentes de energía térmica, lo que aumenta la probabilidad de fallas debido a la infraestructura civil y eléctrica que existe entre la fuente principal de energía y el cliente final. Por otro lado, luego del estudio realizado, se tuvieron beneficios técnicos y ambientales en la instalación de paneles solares, los cuales destacan sus características para contribuir a una mejora sostenible y la disminución de efectos negativos en el medio ambiente. En lo que respecta a los beneficios ambientales, la alternativa de contar con un sistema fotovoltaico aporta mayormente a la reducción de gases de efecto invernadero comparado con su rival, el sistema de generación diésel, siendo este último responsable de la emisión de 4.0161 toneladas de $\text{CO}_2\text{-E}$ en consumo normal de actividades del centro médico, siendo también sus desechos peligrosos generados de 41 kg anuales. Adicional a esto, se muestra una ventaja puntual de ahorro aproximado de \$290 mensuales, \$3.480,00 anuales, resultantes del funcionamiento del sistema solar fotovoltaico durante las horas pico en su tiempo instalado.

Palabras claves: Suministro de energía, análisis del entorno, emisiones de gases, energía renovable, sistema fotovoltaico

ABSTRACT

Photovoltaic energy requires a chemical process itself that converts solar radiation into electrical current through photovoltaic cells. The study carried out in this document includes the installation of solar panels in a Medical Center as an alternative to the generation of energy by a Diesel generator when this Center suffers unforeseen disconnections by the distribution company. Among the main problems of the Medical Center under analysis we found that it has constant electrical outages that cause inefficient operation, exposing patients to poor care and a service that does not meet their expectations, also reducing the lifespan of their instruments or appliances exposed to frequent voltage variations. This Medical Center, located in the Puerto López canton of the province of Manabí, is geographically very far from hydroelectric plants or thermal energy sources, which increases the probability of failures due to the civil and electrical infrastructure that exists between the energy main source and the end customer. On the other hand, after the study carried out, there were technical and environmental benefits in the installation of solar panels, which highlight their characteristics to contribute to a sustainable improvement and the reduction of negative effects on the environment. Regarding environmental benefits, the alternative of having a photovoltaic system contributes mostly to the reduction of greenhouse gases compared to its rival, the diesel generation system, the latter being responsible for the emission of 4,0161 tons of $\text{CO}_2\text{-E}$ in normal operations of the medical center, with its hazardous waste generated of 41 kg annually. In addition to this, there is an advantage in approximate savings of \$290 per month, \$3,480.00 annually, resulting from the operation of the solar photovoltaic system during peak hours during its installed time.

Keywords: Energy supply, environment analysis, gas emissions, renewable energy, photovoltaic system

DEDICATORIA

A Dios, por proporcionarme la guía y fortaleza para el desarrollo de este proyecto.

A mi madre Aracely, de quien admiro su constancia y tenacidad.

A mi esposa Kerly, por acompañarme cada día durante este camino de aprendizaje.

A mi familia, que ha confiado en mí en cada etapa de mi vida.

Juan José Cabrera Basurto

AGRADECIMIENTO

A la Fundación FUVIDA, por abrirme sus puertas durante los estudios realizados.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por brindarme el conocimiento y las herramientas necesarias para la culminación de esta gran etapa profesional.

Al Msc. Héctor Apolo Loayza, por compartir sus experiencias y enseñanzas en la dirección de este proyecto; una gran persona y un excelente tutor.

A la Lcda. Ingrid Nuñez, por su apoyo incansable a los estudiantes antes, durante y después del programa.

Al Economista Néstor Macías, por su colaboración y palabras de aliento durante la ejecución de este proyecto.

Juan José Cabrera Basurto

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Juan José Cabrera Basurto

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Luis Domínguez Granda, Ph.D.

PRESIDENTE

M.Sc. Héctor Apolo Loayza

TUTOR

M.Sc. Nadia Flores Manrique

VOCAL

ABREVIATURAS O SIGLAS

ONU: Organización de las Naciones Unidas

CO₂: Dióxido de carbono

OMS: Organización Mundial de Salud

Emisión de SO₂: Dióxido de azufre

Emisión de NO_x: Óxido de nitrógeno

Gw: gigavatio, equivale a millones de vatios

MW: Megavatio, unidad de potencia

KWh: Kilovatio

PWM (Pulse-Width Modulation): Modulación por ancho de pulso)

MPPT (Maximum Power Point Tracking): Seguidor de punto de máxima potencia

Convertidor de tensión CC- CC: convertir la corriente continua

diferencia del PWM: el ancho de los pulsos de la onda portadora

tecnología MPPT: Punto máximo de potencia

módulos FV: Módulos fotovoltaicos

sistema DC: En la corriente continua, la carga eléctrica (corriente)

cargas AC: carga eléctrica de la corriente alterna, cambia de dirección periódicamente.

Kva: Kilovoltamperio

BSh: clima semiárido cálido

(SIG): Sistema de información geográfica

(OT): Ordenamiento territorial

GD): generador distribuido

(HSP): Hora solar pico

Tir: Tasa interna de retorno

Van: Valor actual neto

Ppv: Potencia del panel fotovoltaico

Waype: Producto hecho de hilados limpios

co₂-E: equivalente de dióxido de carbono

CdTe: Telururo de Cadmio

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
DECLARACIÓN EXPRESA	VI
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	VII
ABREVIATURAS O SIGLAS	VIII
TABLA DE CONTENIDO	IX
LISTADO DE TABLAS	XI
LISTADO DE ILUSTRACIONES	XII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Objetivos	4
Objetivo general	4
1.4. Hipótesis	5
1.5. Alcance	5
CAPÍTULO 2	6
2.MARCO TEÓRICO	6
2.1 Atención médica	6
2.2 Energía renovable	8
2.2.1 Principales fuentes de energía	9
2.3 Energía Solar Fotovoltaica	9
2.3.1 Paneles o módulos fotovoltaicos	14
2.3.2 Regulador o controlador de carga	16
2.3.3 Baterías solares	19
2.3.4 Inversor de corriente	19
2.4 Instalaciones Fotovoltaicas	21
2.4.1 Tipos de instalaciones fotovoltaicas:	21
CAPÍTULO 3	24
3. METODOLOGÍA	24

3.1 Consumo eléctrico	25
3.3 Generador a diésel	26
3.4 Factor de conversión para estimar la cantidad de CO2 equivalente	29
3.5 Ubicación del centro de salud	29
3.6 Equipos que se utilizan en el centro de salud	30
3.7 Clima en Puerto López	38
3.8 Radiación solar del área	40
3.10 Dimensionamiento y área de ubicación de los paneles	43
3.11 Número de paneles que se van a usar	44
3.12 Baterías de acumulación	44
3.13 Evaluación económica TIR y VAN	44
CAPITULO 4	45
4. RESULTADOS	45
4.1 Cálculo de emisiones en Ecuador	45
4.2 Cálculo de emisiones del generador de emergencia:	46
4.4 Irrradiación	47
4.5 Energía fotovoltaica esperada	48
4.7 Área de terreno para paneles solares	49
4.8 Número de paneles solares	49
4.9 Angulo óptimo de inclinación del panel solar	50
4.10 Número de baterías	50
4.10 Valor actual neto	51
4.11.1 Costo instalación sistema fotovoltaico	51
4.12 Desechos peligrosos generados.	54
CAPÍTULO V	55
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1 Conclusiones	55
5.2 Recomendaciones	57
Bibliografía	59

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Consumo de combustible.....	27
Tabla 2 Consumo del generador a diésel	28
Tabla 3 Costos del generador eléctrico.....	28
Tabla 4 Cálculo energético de los equipos del centro	31
Tabla 5 Panel de distribución de los equipos médicos	34
Tabla 6 Cálculo de demanda máxima.....	34
Tabla 7 Distribución principal	35
Tabla 8 Plantilla de paneles de distribución	35
Tabla 9 Distribución de equipos esenciales	36
Tabla 10 Plantilla de tableros de distribución.....	37
Tabla 11 Tablero de distribución principal.....	37
Tabla 12 Irradiación kw/h por día.....	42
Tabla 13 Irradiación kw/h por mes	43
Tabla 14 Consumos de diésel del generador de emergencia	46
Tabla 15 Irradiación solar	47
Tabla 16 Energía fotovoltaica.....	48
Tabla 17 Baterías	51
Tabla 18 Costo de instalación.....	51
Tabla 19 Costo de operación	52
Tabla 20 Costo instalación.....	53
Tabla 21 Costo de mantenimiento	53
Tabla 22 Lista de desechos generados	54

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Centro de Salud del Cantón Puerto López en la provincia de Manabí.....	3
Ilustración 2 Tipos de energía renovables	9
Ilustración 3. Proceso de generación de electricidad fotovoltaica.....	10
Ilustración 4 Energías renovables en Ecuador.....	11
Ilustración 5 Energía renovable en el mundo.....	12
Ilustración 6 Energía solar mundial.....	12
Ilustración 7 Producción de energía renovable por tipo.....	13
Ilustración 8 Sistema fotovoltaico	14
Ilustración 9 Características de los distintos tipos de placas solares fotovoltaica	15
Ilustración 10 reguladores inteligentes	17
Ilustración 11 reguladores PWM	18
Ilustración 12 Reguladores MPPT	18
Ilustración 13 baterías solares.....	19
Ilustración 14 Inversor de corriente cd-ac.....	20
Ilustración 15 Sistema solar fotovoltaico con baterías con inversor para cargas DC.....	20
Ilustración 16 Sistema solar fotovoltaico con baterías con inversor para cargas AC.....	21
Ilustración 17 Diésel Generator Set X1.3 Series	27
Ilustración 18 Perspectiva satelital del centro médico.....	29
Ilustración 19 Temperatura en el Cantón Puerto López	38
Ilustración 20 Temperatura medio mensual.....	39
Ilustración 21 Potencial solar anual del Cantón Puerto López	39
Ilustración 22 Cuadro promedio de radiación solar en Machalilla.....	40
Ilustración 23 Radiación normal directa	41
Ilustración 24 Radiación solar satelital	41
Ilustración 25 Irradiación solar anual	41
Ilustración 26 Predicción de recursos energéticos (2023)	42
Ilustración 27 Sistema de información geográfica fotovoltaica	43
Ilustración 28 Irradiación solar	48

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la generación de energía en todo el mundo surge de un proceso químico, mecánico, térmico, solar o nuclear (Trashorras, 2015); situación que provoca que los recursos no renovables del entorno, se vayan deteriorando y afecten de forma significativa al medio. El calentamiento global, la contaminación de la atmósfera y las modificaciones climáticas son un problema que presenta la humanidad en todo el planeta, por lo tanto, se deben buscar otras alternativas para reducir las afectaciones causadas al mundo y de forma específica al medio ambiente. Es recomendable hacer uso de fuentes poco comunes como las energías renovables como una estrategia de solución para reducir los inconvenientes que se enfrentan hoy en día (Barros, 2014).

No obstante, este estudio está direccionado a la utilización de energía solar, el mismo que a través de ahorro energético y monetario es considerado como un proceso de energía renovable para el futuro, generando interés para muchos sobre todo en el Ecuador. Aquí se ha tomado como referencia el uso de la tecnología fotovoltaica a favor de un establecimiento de salud del Cantón Puerto López en la provincia de Manabí, en este caso es necesario enfatizar que son muchas las instituciones del sector sanitario que desean aplicar este sistema con la finalidad de obtener mayor eficiencia, igualdad y calidad para brindar un mejor servicio de atención, situación que obliga a ampliar la infraestructura, equipamientos, estándar de calidad y otros.

Con estos antecedentes mencionados en los párrafos anteriores, se espera que esta posible intervención pueda evitar los altos niveles de contaminación consumo eléctrico, por medio de la tecnología fotovoltaica con la colocación de paneles solares y que así el centro pueda brindar una mejor atención a la comunidad. Aprovechar la energía solar por medio de estos paneles es un aporte significativo para el medio ambiente, por ende, la viabilidad de este proyecto reducirá los efectos contaminantes y gastos financieros en el centro de salud, puesto que estos paneles fotovoltaicos son considerados una fuente de energía renovable con gran crecimiento a través de los sistemas programados a nivel mundial, debido a su forma sencilla de instalación y operación a causa de su gran eficiencia (Pareja, 2016).

1.1. Antecedentes

El centro médico del Cantón Puerto López en la provincia de Manabí fue creado en 1993, el mismo que se ha dedicado a ofrecer un buen servicio a los pacientes, no obstante, existe un gran incremento de la sociedad y una mayor demanda de atención, esta institución es no gubernamental, por ende, sin fines de lucro que surgió con el fin de respaldar, educar y brindar insumos donados y a precios económicos, a quienes tienen algún adolescente o niño con problemas de diabetes tipo 1. A continuación se van a detallar los servicios que ofrece la institución:

- Instruye a los familiares cuando se enteran del diagnóstico, ayudándoles a controlar y manejar la diabetes diariamente
- Ofrece capacitaciones a los tratantes médicos a través del MSP sobre la diabetes.
- Elabora talleres respecto al ámbito nutricional, lectura de los etiquetados, reconocer la cantidad de carbohidratos.
- Los servicios médicos son especializados ya que están asociados con varias clínicas reconocidas en Guayaquil.
- Se realizan campañas de pesquisaje de glucosa con colaboración del gobierno y los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados.
- Se ofrece respaldo a hospitales públicos mediante la educación diabetológica.
- Se realizan campamentos para lograr reunir a los jóvenes y aprendan a convivir entre ellos y con los especialistas nacionales como extranjeros.

Con lo establecido es indispensable mencionar que utilizan diversos equipos de consumo eléctrico, este lugar es una casa campamento con clínica incluida ubicada en la comuna de Machalilla Manabí que cubre un área aproximada de 600 m cuadrados (Fuvida, 2018). A continuación, en la ilustración 1 se presentará la ubicación geográfica del lugar de estudio

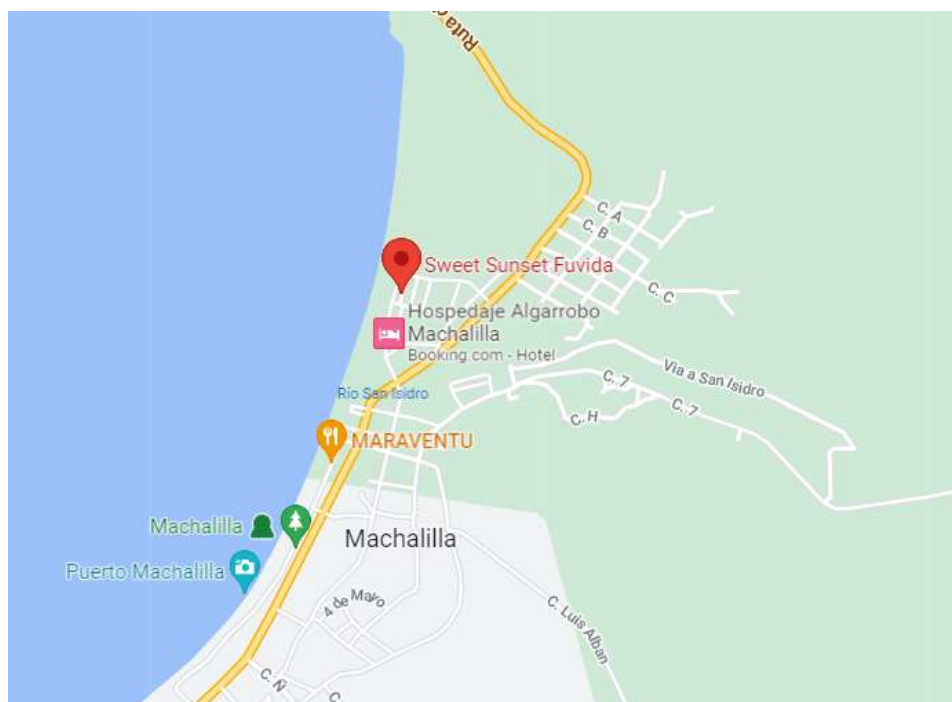


Ilustración 1. Centro de Salud del Cantón Puerto López en la provincia de Manabí
Fuente: Google Maps (2022)

1.2. Descripción del problema

Hoy en día el servicio de salud que se ofrece en el centro médico es limitado, más aún si existen problemas con la electricidad, provocando que este sea ineficiente, exponiendo a su vez a los pacientes a una mala atención. Al mismo tiempo, estos problemas eléctricos reducen el ciclo de vida de los instrumentos o aparatos producto de los cortes y variaciones de voltaje, sin mencionar la falta de iluminación en sus pasillos y área exterior.

Todos los años, las organizaciones gubernamentales encargadas de la distribución de electricidad ofrecen mayor cobertura las diferentes zonas del país, pero acorde a la distancia de cada zona y su trayectoria; no siempre estas pueden ser abastecidas en su totalidad. Esto genera irregularidades en la energía eléctrica; para este caso, el centro médico tiene como fuente de respaldo un generador eléctrico que trabaja con diésel. Así mismo, cuando no hay energía, se ve en la necesidad de solicitar apoyo, invirtiendo tiempo y recursos económicos en el traslado de este combustible, producto de las interrupciones de energía eléctrica ocurren constantemente (Informe de sustento electrificación rural, 2022).

Es importante recalcar que otro de los inconvenientes que se presenta en este estudio, adicional a los mencionados, es el impacto al medio ambiente provocado por las emisiones de gases. A través de esta investigación se desea reemplazar el método convencional en dependencia del combustible fósil por una fuente natural, como es el sistema solar fotovoltaico que surge de la necesidad perenne de ofrecer respaldo a la carga eléctrica y energético público y de tal manera, disminuir la demanda eléctrica que resulta limitada en estas áreas.

Según indica ONU (2019) “el 80% corresponde a los fósiles y el sistema eléctrico que constituye parte de dos tercios del CO₂ que se produce como emisión” (p.3), de tal manera que, se busca reemplazarlo por una fuente de energía considerada infinita y lograr brindar una mejor calidad de vida para la humanidad con el que se espera modificar de forma sustancial las matrices energéticas esenciales. Este sistema contribuiría, además de las mitigaciones de emisiones de gases de efecto invernadero, a la independencia energética al no estar sujetos a la fluctuación del costo de los combustibles fósiles y su necesidad de abastecimiento para sus operaciones.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la factibilidad de la sustitución parcial del diésel como fuente de energía alternativa en casos de emergencias por energía solar fotovoltaica para la generación eléctrica, mediante análisis técnicos, económicos y ambientales para el desarrollo sostenible en un centro médico del Cantón Puerto López de la provincia de Manabí.

Objetivos Específicos

- Comparar la relación económica, costo-beneficio, de la implementación de un sistema fotovoltaico para la generación por emergencia.
- Dimensionar un sistema fotovoltaico de acuerdo a la necesidad energética del sistema esencial y no esencial existente y futuro.
- Cuantificar los beneficios técnicos y ambientales de un sistema fotovoltaico al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al igual que los desechos peligrosos del sistema de generación por combustible como lubricantes, refrigerantes y filtros.

1.4. Hipótesis

Por medio de la implementación de un sistema solar fotovoltaico, se mejorará positivamente el problema ambiental y económico a través de la energía renovable en el centro médico del cantón Puerto López en la provincia de Manabí

1.5. Alcance

El alcance del proyecto radica en analizar la aplicación de un sistema solar fotovoltaico aplicado centro médico del cantón Puerto López en la provincia de Manabí como generador de energía eléctrica, con la que se espera obtener electricidad limpia y evitar las interrupciones de luz en el centro. A largo plazo, se espera reducir costos, al utilizar un sistema fotovoltaico, recurso natural que depende del sol, que a diferencia del sistema eléctrico depende de la gasolina convirtiéndolo en un servicio de alto costo (Collado, 2022).

De tal manera que, disminuir las emisiones de gases invernaderos que por medio de las energías no renovables se ha convertido imperioso, de tal manera que, esta investigación se enfocara en reducir el CO₂ que será producido por el sistema fotovoltaico que se vaya a implementar, en el centro médico en un periodo de máximo 20 años, además del correspondiente análisis de su viabilidad económica. Otro aspecto relevante es la parte técnica y tecnológica que este proyecto representa y su marco legal regulatorio.

CAPÍTULO 2

2.MARCO TEÓRICO

2.1 Atención médica

Los cuidados médicos especializados en los países subdesarrollados están intervenidos por el Estado, instituciones públicas, privadas o de beneficencia. Por medio de diversas instituciones se puede brindar atención médica de forma apropiada con los mecanismos respectivos como equipos médicos y profesionales especializados. Todo esto requiere de muchos esfuerzos que en muchas circunstancias se observa limitado sobre todo en zonas aledañas a las ciudades.

Son muchas las personas que dependen de estos centros médicos, por lo tanto, estos deben tener un funcionamiento adecuado, un funcionamiento eléctrico confiable y perenne, con la finalidad que los equipos no se dañen o estropeen. Es evidente que todos estos equipos necesitan electricidad ya que son instrumentos muy importantes, por lo tanto, si en caso la electricidad llegase a fallar, esto sería un riesgo para la vida de muchas personas, de tal manera que este servicio debe ser eficiente (Global Energy , 2020).

En la actualidad, mucho de los inconvenientes que se presentan en las áreas rurales es la falta de atención médica respectiva, debido a los problemas eléctricos que se dan en estas áreas a esto se le suma los problemas económicos que les impide recibir asistencia de mejor calidad. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) se establece que más de la mitad de los habitantes no poseen los recursos para tener atención médica y existe un aumento impresionante de mortalidad por enfermedades persistentes. De tal manera que, se considera que la energía es un recurso indispensable, según la OMS considera que la energía solar puede contribuir significativamente a la salud proporcionando electricidad y cuidando al medio ambiente (Zarco, 2018).

Dentro del entorno energético nacional, desde hace varios años Ecuador ha buscado alternativas para generar mejoras en el sector energético a favor de todos los ciudadanos. Con esto se requiere enfatizar que este país es reconocido por ser uno de los principales productores de petróleo, este combustible es considerado como fuente principal de energía, seguido por la hidroenergía y el gas.

Impacto medioambiental de la energía.

Las personas que integran la sociedad ocasionan un gran impacto al medio ambiente, producto de los procesos que se realizan constantemente. La mayoría de las empresas que generan estos malestares son la agricultura, ganadería, pesca, minería provocando un deterioro excesivo ya que la producción y el consumo de electricidad son generadores de problemas como el calentamiento global, contaminación del medio ambiente, lluvia acida, cambio climático, entre otros el cual provoca graves problemas en el entorno.

Para tener una referencia del impacto provocado por acciones concernientes a la energía, es necesario tener claro las fases completas y no solo la parte final. De tal manera que, no se debe enfocar la atención del entorno inmediato de los procesos productivos ni del consumo, también se hace hincapié en evaluar las actividades extractivas que soliciten las diversas fuentes de energía, por ejemplo, el impacto de la movilización de los carros antes de ser utilizados, así mismo de los procedimientos que debe seguir previo a su utilización. Por ende, también hay que evaluar los factores de emisión de contaminantes de la atmósfera, hidrósfera y suelos, los cuales también deben ser estudiados hasta el final, teniendo presente que las consecuencias son variables y según el tiempo y espacio pueden ampliarse.

Como subproducto de las acciones se producen contaminantes que perjudican la atmosfera, hidrósfera, el suelo y a las personas, los cuales son considerados como afectaciones de la naturaleza. Desde una perspectiva está la contaminación provocada por la naturaleza producto de accidentes y por otra parte la contaminación congénita a las operaciones normales del diario vivir, estas dos deben ser estudiadas y disminuidas a niveles manejables al medio ambiente y el entorno socioeconómico.

De la misma manera, la inflamación del precio petróleo y sus derivados, como el gasóleo, la gasolina, dan como resultado un elemento muy similar al carbón. En estos se puede reducir perceptiblemente la cantidad de azufre, para reducir la emisión de dióxido de azufre (SO₂). En la arista contraria están la emisión de Óxido de nitrógeno (NOX) compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El término NOX se define como la mezcla de las dos sustancias, que provocan el smog fotoquímico, que se dan frecuentemente en las ciudades, del mismo modo permite disminuir el contenido de metales pesados como el plomo que se utiliza en los medios de transporte a través de la gasolina. Una consecuencia

singular es el provocado por las emisiones de aviación en la atmósfera, considerada como un componente estable, en las que se ve perjudicada la capa de ozono por las emisiones de óxido de nitrógeno.

En efecto, se espera implementar nuevas tecnologías con las que se pueda disminuir la contaminación desde su origen, conocer el impacto que este provoca en el medio y las posibilidades y alternativas existentes para reducirlas, estableciendo las limitaciones para evitar que los efectos no puedan ser modificables después. Es importante indagar las diversas estrategias o herramientas para recuperar el medio ambiente de todos los daños causados en la actualidad (Energía y Desarrollo sostenible, 2016).

2.2 Energía renovable

Esta definición se la da a toda la energía que surge de la naturaleza debido a su abundancia y nunca se agota pudiendo regenerarse naturalmente sin afectar el entorno ambiental. No obstante, frente a la carencia de recursos energéticos fósiles, se encuentra la posibilidad de reducir los problemas ambientales que estos provocan y darles prioridad a las fuentes de energías renovables.

Desde otro punto de vista, el desarrollo económico de la producción energética que surge de las fuentes renovables es relativo según la tecnología. Con esto se recalca que también se ve perjudicado por la materia prima utilizada en estos dispositivos renovables (en donde también participa el combustible), que es aplicado dentro del grupo de las empresas que fabrican estos instrumentos (Ricaurte, 2015). A continuación, se presentará una ilustración sobre los tipos de energía renovable.

Tipos de energías renovables

Energía renovable	Fuente	Tecnologías	Aplicaciones
Energía solar	Sol	Fotovoltaica, termosolar	Electricidad, calefacción, refrigeración
Energía eólica	Viento	Turbinas eólicas	Electricidad
Energía hidroeléctrica	Agua	Centrales hidroeléctricas	Electricidad
Energía geotérmica	Tierra	Sistemas geotérmicos superficiales y bombas de calor	Electricidad, calefacción y refrigeración
Bioenergía	Biomasa	Combustión de biomasa, plantas de biogás, biocarburantes	Electricidad, calefacción y refrigeración, transporte

Ilustración 2 Tipos de energía renovables

Fuente: <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>

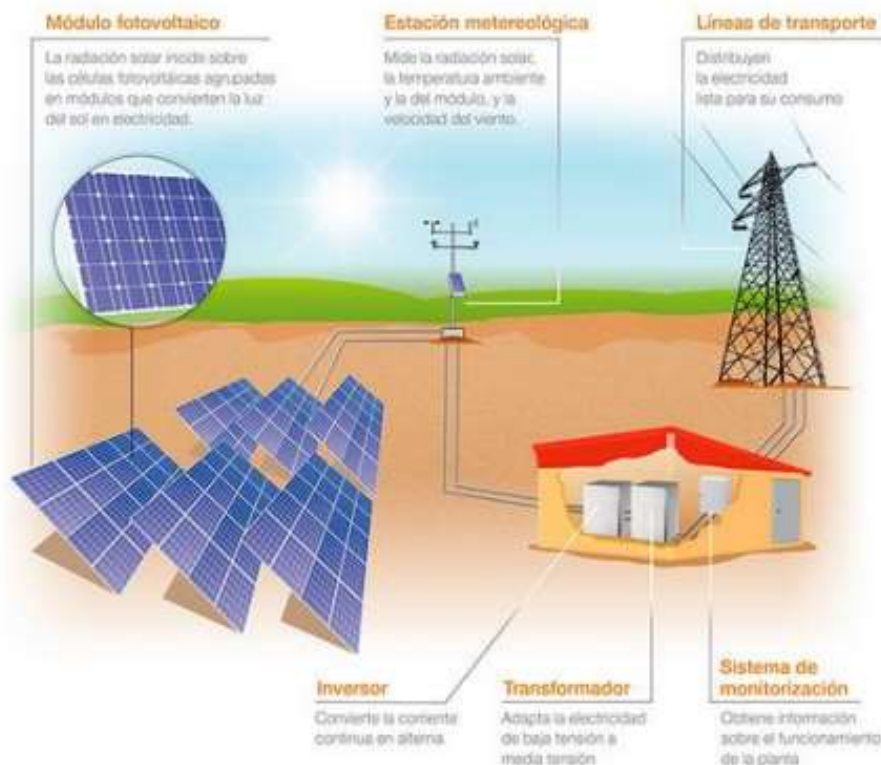
2.2.1 Principales fuentes de energía

Estas se pueden dividir en dos formas:

- Fuente Primaria: aquella energía que surge de la naturaleza, directa o indirectamente, es identificada como energía primaria. Estas energías son sustentables por periodos indefinidos y no perjudican el entorno. Entre las más reconocidas tenemos la geotermia, la biomasa, la hidráulica y la solar.
- Fuente Secundaria: estas surgen de un plano secundario donde existe la modificación de otro recurso energético como son el químico, físico o bioquímico, los mismos que pueden afectar el ecosistema, que para este caso son todos los provenientes del combustible, el carbón mineral, el gas manufacturado o gas que emiten los entornos (twenergy, 2019)

2.3 Energía Solar Fotovoltaica

Este tipo de energía obtiene electricidad mediante la luz del sol, la misma que se produce a través de un panel solar que luego mediante las células que posee genera energía eléctrica. De tal manera que, la célula fotovoltaica es un aparato eléctrico que produce electricidad una vez que recibe luz solar. Estas células solares contienen un material semiconductor, usualmente de silicio; que desde el momento que la luz solar (fotones) se refleja en una de sus caras, produce inmediatamente electricidad, efecto llamado fotovoltaico, el mismo que es presentado en la ilustración 3.



*Ilustración 3. Proceso de generación de electricidad fotovoltaica para alimentar la red.
Fuente: www.sunedison.es*

Estas células se acomodan en módulos para convertirse en sistema fotovoltaico. Estos módulos duran aproximadamente treinta años y su rendimiento pasado de los veinticinco años mostrándose con un valor superior al 80% pero aún con estos antecedentes se siguen realizando otras investigaciones para aumentar su eficiencia. Mientras la luz tenga mayor intensidad, mejor será el flujo eléctrico que proporcione, para esto no se requiere que haya luz solar directa, la energía se genera incluso en días nublados en el día o la noche. Los módulos fotovoltaicos producen corrientes constantes y se transforman en corriente alterna a través de un aparato eléctrico llamado "inversor". Después de esto, la electricidad generada transita por un "lugar de modificación" el cual se incorpora la electricidad según la fuerza y voltaje de las líneas de movilización para ser empleadas (yubasolar, 2015).

Esta energía fotovoltaica requiere de un procedimiento químico en mismo que modifica la radiación solar en energía por medio del traspaso eléctrico. Estos cambios surgen por medio de las células fotovoltaicas (Srivastava et al., 2020).

Beneficios de la energía solar fotovoltaica (AOD Iberica, 2020):

- Produce energía para cubrir los requerimientos de consumo

- Genera energía pura, que no se agota y se renueva
- La energía fotovoltaica es infinita
- No necesita ser trasladado
- Permite erradicar la contaminación del medio ambiente
- Su mantenimiento es básico
- Es ampliamente disponible
- Estos paneles tienen un rango de duración de aproximadamente 30 años
- Bajos costos de mantenimiento

En Ecuador se han realizado esfuerzos para aprovechar las energías renovables, donde se demuestra un gran porcentaje de electricidad generado por centrales hidroeléctricas. Éste se presenta en la ilustración 4 a continuación:



Ilustración 4 Energías renovables en Ecuador.
Fuente: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/>

Share of electricity production from renewables, 2020

Renewables includes electricity production from hydropower, solar, wind, biomass, and waste, geothermal, wave and tidal sources.

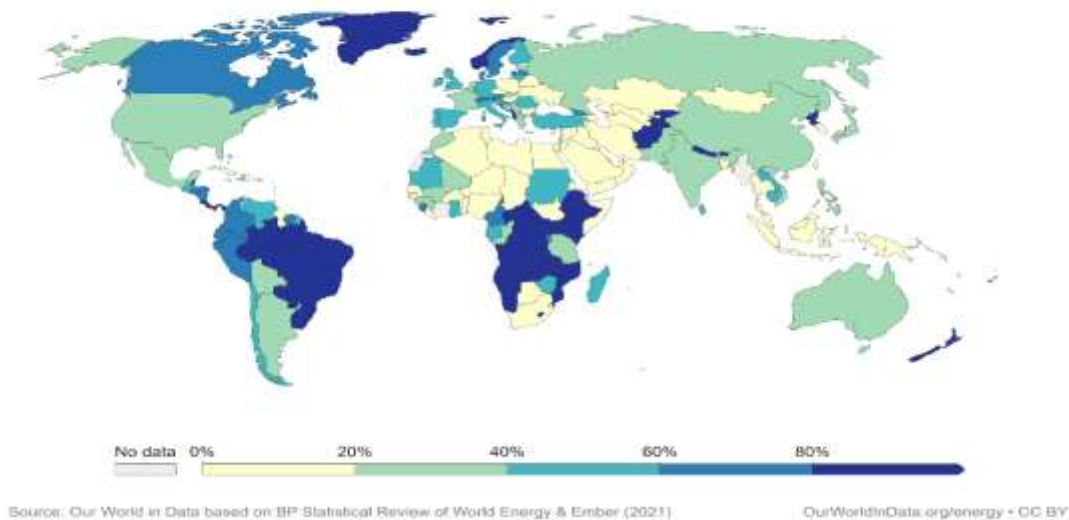


Ilustración 5 Energía renovable en el mundo.
Fuente: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>

Con estos datos se puede establecer que la energía renovable que se emplea en el país, en este caso la energía fotovoltaica tiene una participación menor al 1% del total de la energía generada en el país, incluso en las importaciones. Este sistema solar fotovoltaico es un sistema confiable y genera energía verde, y no contamina el medio ambiente, por ende, crea un entorno sostenible (Ritchie et al, 2020).

Solar power generation, 2020

Electricity generation from solar, measured in terawatt-hours (TWh) per year.

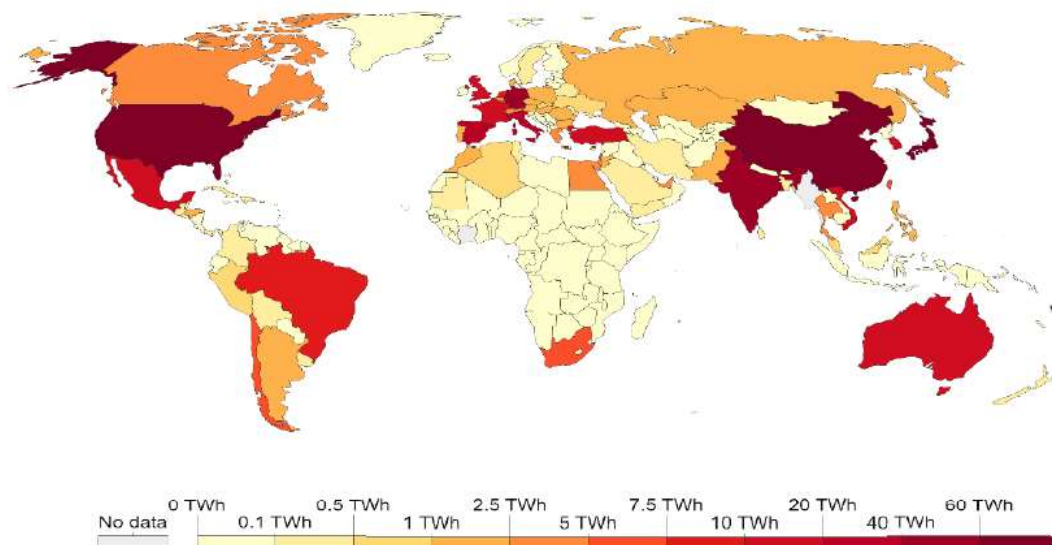


Ilustración 6 Energía solar mundial.
Fuente: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>

A nivel mundial la energía fotovoltaica considerada como energía renovable se encuentra en tercer lugar, ocupando así uno de los primeros puestos la hidráulica y eólica consecutivamente como se visualiza en la ilustración 7

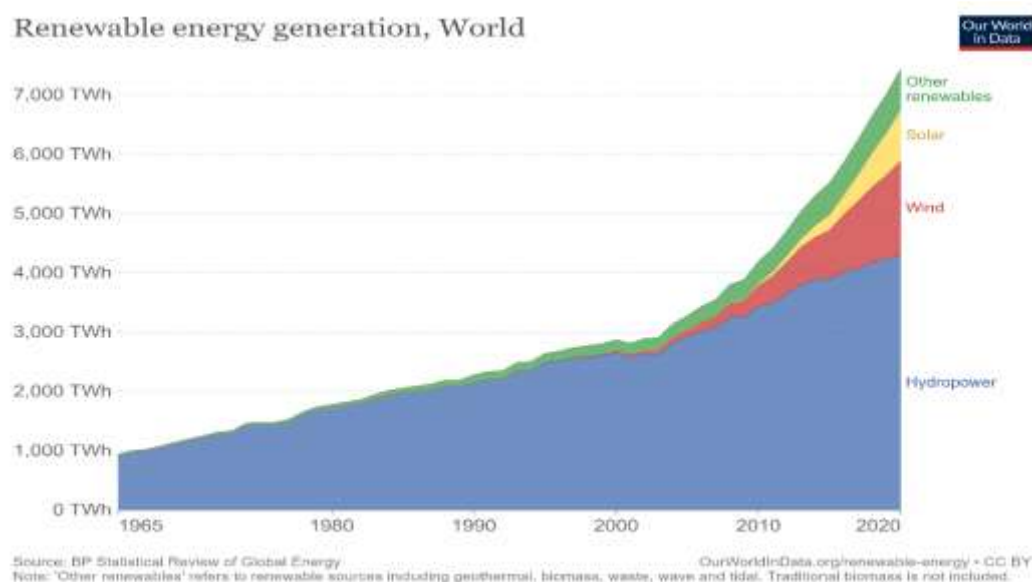


Ilustración 7 Producción de energía renovable por tipo.

Fuente: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>

En Ecuador se espera un incremento similar, datos establecen que desde el 2020 se utilicen energías y recursos no renovables mediante la adjudicación de proyectos fotovoltaicos. El país ha invertido un aproximado de \$50 millones en este tipo de proyectos por parte de las organizaciones privadas el mismo que se espera aumentar cuatro veces más para el 2023 con la implementación de dos proyectos que son el Conolophus, para las islas Galápagos que cuenta con generación de energía fotovoltaica y baterías a un costo de \$45 millones, y por otra parte esta Aromo fotovoltaico, que ofrece 200 MW de capacidad en Manabí (\$144 millones). Como expresa el Ministerio de Energía, los valores que corresponden al sector eléctrico surgen de la energía solar fotovoltaica que como servicio tiene un costo de \$0,068 USD por kilovatio-hora (kWh) (La Hora, 2021).

Estos sistemas fotovoltaicos se dividen en cuatro fases: captura de energía, nivelación, incremento de energía e inversión de voltaje. Todas estas características deben estar conectadas y respaldados para que las instalaciones trabajen de forma adecuada, estos componentes son: fotovoltaicos, controladores o reguladores de carga, baterías e inversores solares, el mismo que se puede visualizar en la ilustración 8.

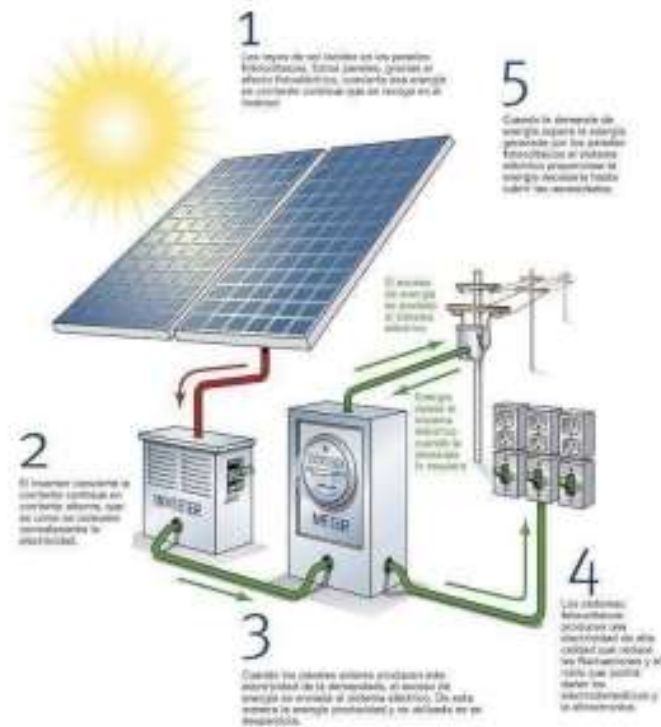


Ilustración 8 Sistema fotovoltaico

Fuente: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22810/1/UPS-GT003826.pdf> (EcoInventos, 2022)

2.3.1 Paneles o módulos fotovoltaicos

Los paneles solares convierten la energía solar en energía eléctrica. Estos módulos están conformados por un grupo entrelazado de células en serie las cuales generan tensión de salida entre 12,35 o 48 voltios.

Los paneles solares que serán aplicados en este estudio son de dos tipos: los conformados por celdas fotovoltaicas monocristalinas y los conformados por celdas fotovoltaicas policristalinas. Las celdas monocristalinas poseen una eficiencia del 16 al 18% y las policristalinas llegan de 15 al 17% las cuales se elaboran con silicio, componente que se encuentra en el entorno. El diseño y la elaboración de estos paneles deben ser tratados en detalle según la purificación del silicio, además del cuidado minucioso en su ensamblado por los componentes sobrantes que conforman el producto para la creación del panel solar (Torres, 2016)

Por otro lado, existe una gran inclinación por la utilización de paneles solares con tecnologías policristalinas por los costos reducidos y facilidad en adquirir en el área comercial fotovoltaico en relación de los monocristalinas.

2.3.1.1 Tipos de Paneles Solares.

Hay una gran variedad de paneles solares, conforme a la estructura eléctrica, según sus cualidades constructivas, estructura entre otros. De acuerdo a la estructura eléctrica los paneles pueden poseer de 36 a 110 células y brindar una potencia entre los 50 a 600 vatios pico, su división puede ser visualizada en la ilustración 9.

Tipo de panel solar	Ventajas	Desventajas
Monocristalinos	+ Alto rendimiento y eficacia (15-22%) + Estética: células de color negro o azul oscuro y homogéneo	- costo algo más caro
Policristalinos	+ Menor costo	- Rendimiento y eficacia media (15-17%) - Estética: color azul irregular
Amorfo	+ costo más bajo	- Muy bajo rendimiento y eficacia (8-10%)

Ilustración 9 Características de los distintos tipos de placas solares fotovoltaica
Fuente: <https://expertasolar.com/guia-de-placas-solares-tipos-caracteristicas-usos/>

Monocristalinos

Estos paneles poseen silicio monocristalino, por ende, es más limpio. Se identifican de forma simple por su tono opaco y uniforme al igual que por sus bordes redondos. La elevada pureza del silicio permite que este panel solar posea un alto nivel de eficiencia, los cuales superan más del 20%. Estos paneles son super potentes, pequeños, y por lo tanto, no ocupan mucho espacio además de ser duraderos. Pero es relevante enfatizar que tienen costos elevados,

adicionalmente resultan menos perjudicados por las temperaturas elevadas a diferencia de los paneles policristalinos (ecoinventos, 2022).

Policristalinos

Se reconocen estos paneles por su estructura cuadrada, ángulos sin cortar y su color azulado y moteado. Se construyen fundiendo el silicio en bruto, lo que figura un procedimiento inmediato y más económico que el de los paneles monocristalinos. El costo final es más económico, pero su eficiencia no es del todo buena. Tiene un 15% menos en su rendimiento y su vida útil es corta; además, se ven perjudicados por las temperaturas altas (ecoinventos, 2022).

Amorfo

Las células de silicio con que se elabora estas placas fueron una de las primeras existentes en el mercado y después aparecieron los paneles cristalinos que fueron su reemplazo por algunos periodos. No obstante, estos paneles amorfos son unos de los más reconocidos por su instalación simple y por ser una pieza inigualable. Esta lámina está conformada por unas tiras delgadas que dividen las células creadas para su construcción. (La energía solar, 2019).

Las más utilizadas en instalaciones aisladas han sido las de silicio monocristalino, ya que brindan gran eficiencia, aunque el incremento eficiente de las células de silicio policristalino a un menor coste se ha traducido en un aumento de utilización, siendo actualmente más utilizadas que las de silicio monocristalino. Por otra parte, se utilizan en instalaciones solares que tienen conexión con la red eléctrica, las cuales son conocidos como huertos (Pareja, Energía solar fotovoltaica, 2016, p.22).

2.3.2 Regulador o controlador de carga

El regulador es un aparato empleado en los sistemas fotovoltaicos autónomos y su principal actividad es manejar y resguardar la batería por medio de la revisión constante del voltaje en sus bornes. Si su voltaje se reduce al establecido por el fabricante, este nivelador envía una señal de desconexión al seccionador principal para que este se encargue de apagar todo lo que tenga conexión con las baterías, permitiendo su carga estando el circuito abierto hasta su carga óptima para cumplir a su vez su función de brindar energía al sistema (Torres, 2016).

También se encarga de nivelar la carga en las baterías evitando los excesos y sobrecargas que provocan una reducción de su tiempo de vida útil. El regulador de carga solar nivela la carga en las salidas de los paneles solares para que las baterías trabajen de forma óptima y estén protegidas de sobrecargas. Estos reguladores se manejan según la intensidad de sus labores y por el voltaje en el que se estructuró su colocación (Mascarós, 2015), a continuación, se va a presentar un modelo de reguladores en la ilustración 10.



Ilustración 10 reguladores inteligentes
Fuente: Mascarós (2015).

En el sector comercial fotovoltaico se manejan varios tipos de reguladores:
Reguladores PWM (Pulse-Width Modulation), observados en la imagen 11 y con los que se inició este mercado, son los más antiguos. Internamente están estructurados por un diodo que obliga a los paneles y baterías a trabajar en los sistemas fotovoltaico de la misma tensión provocando que los paneles no se ejecuten a mayores niveles de voltaje, dependiendo su potencia de la batería de acuerdo a su disponibilidad de la carga. Por lo tanto, este genera un fracaso en la potencia de por menos 25 al 30%. (Trashorras, 2021, p.139)

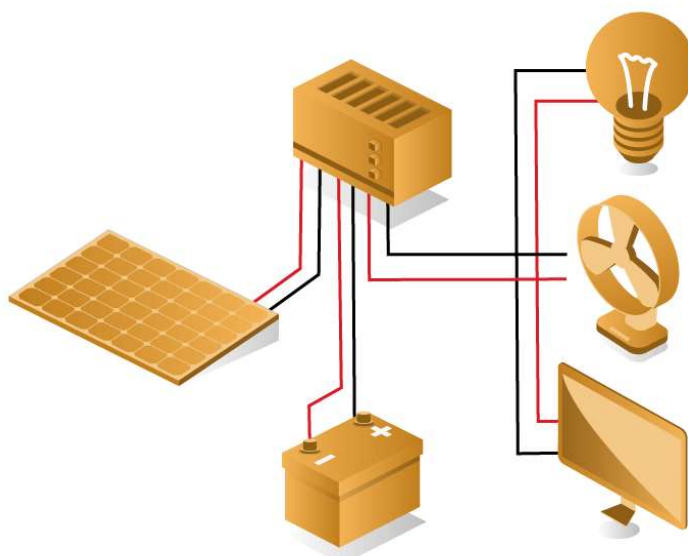


Ilustración 11 reguladores PWM

Fuente: <https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/componentes/regulador-solar>

Regulador MPPT (Maximum Power Point Tracking), del cual se observa un modelo en la ilustración 12 y trabaja de forma distinta al nivelador PWM que tiene disponible el diodo de protección. Estos reguladores internamente poseen un transformador de tensión CC-CC y un seguidor de mayor potencia. Por tanto, el dispositivo trabaja con diversas potencias (voltaje y amperaje) a la entrada y salida a diferencia del PWM. De igual manera la tecnología MPPT incorpora la tensión en las actividades de los paneles solares y la distribuye logrando un incremento mínimo del 30% adicional. (Cantos, 2016, p.57)

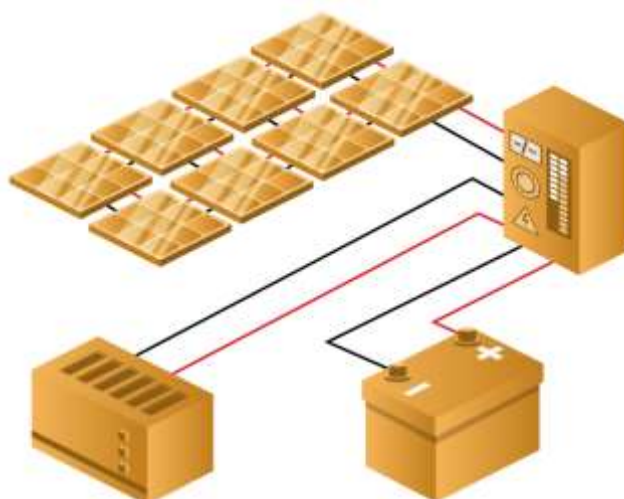


Ilustración 12 Reguladores MPPT

Fuente: <https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/componentes/regulador-solar>

2.3.3 Baterías solares

Este sistema de acumulación es uno de los componentes indispensables de la generación de energía fotovoltaica y va a funcionar en carga gran parte de horas con buena luz solar. Las baterías forman parte esencial en el almacenamiento de electricidad generada por el módulo y en su repartición en todos los equipos que lo requieran.

Las baterías fueron creadas para emplearlos en los módulos FV, con el objetivo de sobrellevar los inconvenientes del uso de baterías comunes. Entre las diferentes cualidades se encuentra el excelente tiempo de vida, esto implica entre 1,000 y 2,000 ciclos en un periodo entre 2 a 6 años en condiciones normales de funcionamiento sin frecuentes sobrecargas (Llano & Monta, 2016, p. 23).

Las baterías que utilizan el sistema fotovoltaico de ciclo profundo son las siguientes:

- Baterías de plomo-ácido: Las placas contienen plomo en una solución de ácido sulfúrico, su precio es más reducido y son las más conocidos.
- Baterías Níquel-Cadmio: Están conformadas por Níquel (Positivo) y Cadmio (negativo), que contienen níquel positivo y cadmio negativo y se pueden descargar sin que se vean afectadas directamente. Su precio es mucho más alto en relación con las de plomo-ácido (Padrón, 2014) y como un ejemplo de batería solar se expone la ilustración 13



Ilustración 13 baterías solares

Fuente: <http://www.energiasrenovablesperu.com/>

2.3.4 Inversor de corriente

El inversor de corriente DC-AC que conforma el sistema fotovoltaico es un artefacto que suministra mucha potencia producida por la red comercial. La primera actividad consiste en transformar la corriente constante que surge del subsistema de generación en los paneles en corriente alterna en varios dispositivos que requieran electricidad. Para este tipo de

funcionamiento se necesita suministrar corriente alterna direccionada al centro médico con un nivel de voltaje de 240 V a una frecuencia de 60 Hz de la energía producida según la cantidad de paneles solares, el cual se puede observar en la ilustración 14.



Ilustración 14 Inversor de corriente DC-AC.
Fuente: http://unicrom.com/Tut_regulacion_voltaje_serie.asp

El sistema relacionado con DC que se puede ver en la ilustración 15 requiere un controlador de carga para redireccionar la electricidad que produce el sistema. La salida del controlador de carga tiene conexión con el banco de baterías del sistema, en donde se resguarda la energía, el mismo que sirve de soporte a un inversor enfocado en el banco de baterías, que es el responsable de invertir la corriente directa en corriente alterna que es aprovechada por las cargas AC del sitio. Una vez que ya no se usa la energía eléctrica, la energía solar producida suplente primero al banco de baterías por medio del controlador de carga y después por las cargas AC por medio del inversor. Es relevante que en este sistema el inversor es el encargado de desconectar el sistema eléctrico de la red (Greentech, 2022).



Ilustración 15 Sistema solar fotovoltaico con baterías con inversor para cargas DC
Fuente: <https://www.sunsupplyco.com>.

De acuerdo a la conexión AC es el inversor quien manipula el potencial de producción del sistema solar por medio del MPPT, al mismo tiempo que la energía solar en la que es relevante enfatizar, que algunos sistemas utilizan los reguladores de DC encargados de

promover el potencial de producción de MPPT. Cuando se da la salida del inversor que van conectada a las cargas AC del lugar. Comúnmente las cargas AC del lugar se distribuyen en cargas normales y de cargas críticas. Las cargas críticas de energía se nutren cuando no hay conexión a la red eléctrica. Cuando la red se desinstala, la energía interna surge primero por cargas de corriente alterna críticas por medio del inversor conectado a la red y después al banco de baterías por medio del inversor de baterías (Greentech, 2022), como ejemplo se puede observar la ilustración 16



Ilustración 16 Sistema solar fotovoltaico con baterías con inversor para cargas AC.
Fuente: <https://www.sunsupplyco.com>.

2.4 Instalaciones Fotovoltaicas

Las instalaciones solares fotovoltaicas (FV) dan la facilidad de generar energía por medio del sol para transformarla en electricidad de tal forma que, puedan ser empleadas en cualquier lugar y cualquier hora. Estos módulos son los asignados de realizar la transformación de radiación solar en electricidad constante y después el inversor se hará cargo de transformarla en energía alterna (Endef Solar solutions, 2020).

2.4.1 Tipos de instalaciones fotovoltaicas:

Instalaciones Fotovoltaicas de Conexión a Red

En este sistema la energía se envía a la red eléctrica nacional a la vez que se maneja como un lugar de producción de energía. Este tipo de conexión puede ser comercializada y consumida como energía de la red, la misma que garantiza el consumo de la misma en caso de que requiera de más energía de la que se genera.

Por otra parte este tipo de instalación requieren de un medidor bidireccional que sirve para contabilizar la energía eléctrica que se consume dentro de la red y a su vez registra la energía que produce con el sistema fotovoltaico, su funcionamiento es parecido al de un medidor de

luz común, que mide la energía que se usa, y a su vez completamente distinto a los sistemas regulares porque cuenta la energía que ingresa como la que se dispersa, aquí se presentan tres tipos de medidas: la energía que se recibe de la red local, la energía neta que se produce por los paneles y la energía entregada, que corresponde a lo no utilizado que es enviado a la red y se muestra a continuación en la ilustración 17

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED



Ilustración 17 Instalaciones Fotovoltaicas de Conexión a Red

Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/instalacion-fotovoltaica-conectada-red.html>

Instalaciones Fotovoltaicas aisladas de Red

Estas instalaciones están muy separadas del sistema eléctrico y la actividad de sus paneles es absorbida exclusivamente por el usuario. También poseen placas solares, niveladores de carga e inversores fotovoltaicos. Adicional a esto emplean baterías para guardar la energía generada y utilizarla incluso cuando no haya sol. Este tipo de instalaciones se crearon para sitios donde no hay energía eléctrica o buena conexión (Grupoturelectric, 2019) y se observan en la ilustración 18.



Ilustración 18 Instalaciones Fotovoltaicas aisladas de Red

Fuente: <https://ecofener.com/blog/consejos-recomendaciones-basicas-claro-proceder-instalar-una-instalacion-fotovoltaica-aislada/>

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

Los sistemas eléctricos representan una parte importante del área tecnológica. La energía eléctrica es un factor de gran relevancia para que los aparatos tecnológicos puedan trabajar de forma eficaz. En los centros médicos o de salud es indispensable su óptimo funcionamiento, sin picos o fluctuaciones que afecten los equipos, requiriendo en ocasiones del uso de equipos adicionales de provisión de energía que eviten afectaciones de tiempo extensas y a su vez protejan a los equipos de cambios imprevistos en su tensión.

En la provincia de Manabí, el consumo eléctrico por cada KWh consumido es producto de un número mayor de KWh generado en las centrales hidroeléctricas alejadas del área de consumo, lo que impide que se entregue un servicio eficiente, en especial en los cantones y comunas como Machalilla. Esto resulta un tema complejo cuando llueve en épocas de invierno, puesto que se dan desconexiones de energía frecuentes, lo que crea una gran oportunidad para la investigación e implementación de energías sustentables como la fotovoltaica, estudiando así mismo como influye ésta en el ambiente. Rodríguez et al., (2018). El abastecimiento eléctrico, de acuerdo a la Agencia Reguladora de Electricidad, cubría el 97,8% de Manabí, abasteciendo zonas urbanas y sobre todo áreas que se vieron perjudicadas en el 2016. Esta cobertura se ha venido trabajando durante el tiempo, esperando cubrir en el menor tiempo posible la totalidad de zonas rurales (Prefectura de Manabí, 2021).

Conforme al problema presentado en este estudio se establece que la infraestructura eléctrica implementada en el sector de Machalilla de la provincia de Manabí no se encuentra en condiciones estables para el funcionamiento eficaz del centro médico. Esto conlleva a que los aparatos usados sufran daños leves o irreversibles generando un gran problema para el centro de salud.

3.1 Consumo eléctrico



EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP
Dir Matriz: GUAYAQUIL: VIA A LA COSTA KM.6 1/2 EDIFICIO GRACE CEIBOS PISO 3
Dir Sucursal: Manta - Calle 7 S/N y Avenida Malecón
Contribuyente Especial Nro: 065
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 0968599020001
FACTURA No. 033 - 002 - 012472925
NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
2302202301096859902000120330020124729251830627616
FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2023-02-23T15:05:14-05
AMBIENTE: PRODUCCIÓN **EMISIÓN:** NORMAL

CLAVE DE ACCESO



2302202301096859902000120330020124729251830627616

Fecha Emisión: 23-Feb-2023

Fecha Máxima de Pago: 10-Mar-2023

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Suministro: 8306276
Nombre: BASURTO CALDERON RAMONA ARACELY
Dirección: BARRIO LA AURORA 0 y *-Sin Calle Secundaria-7
Provincia / Cantón / Parroquia: MANABI PUERTO LOPEZ MACHALILLA
Tipo de Tarifa: RESIDENCIAL BT
Código único eléctrico nacional: 1108306276
CC / RUC: 1304282039

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 5002962362
Mes de Consumo: Enero-2023
Lectura Desde: 16-Ene-23 Lectura Hasta: 15-Feb-23 Días Facturados: 30 kWh Consumidos: 1512

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidades
Energía Medida	00041123	0039611	1512	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			1512	kWh

HISTORIAL DE CONSUMOS



RUBRO	VALOR (\$)
Energía	416.10
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	417.51
ALUMBRADO PÚBLICO	29.23
Bases IVA 12%	0.00
Bases IVA 0 %	446.74
IVA 12%	0.00
IVA 0 %:	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	446.74

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO

Tarifa Eléctrica:	0
Tarifa Dignidad:	0.00
Total:	0

Usuario fuera de la frecuencia de consumo

TOTAL A PAGAR

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	446.74
TOTAL (1)	446.74



NOTIFICACIÓN DE VALORES PARA EL PAGO DEL TRIBUTO DE EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN PUERTO LOPEZ	
Nombre: BASURTO CALDERON RAMONA ARACELY	Suministro: 1108306276
Dirección del Servicio: BARRIO LA AURORA 0 y 4- Sin Calle Secundaria-4	Cédula/RUC: 1304282039
Fecha de Emisión: 23-Feb-2023	
CONCEPTO	VALOR
TRIBUTO A BOMBEROS	2.25
total Tributo Cuerpo de Bomberos (2)	2.25

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN PUERTO LOPEZ	
Nombre: BASURTO CALDERON RAMONA ARACELY	Suministro: 1108306276
Dirección del Servicio: BARRIO LA AURORA 0 y 4- Sin Calle Secundaria-4	Cédula/RUC: 1304282039
Fecha de Emisión: 23-Feb-2023	
CONCEPTO	VALOR
ASA DE RECOLECCIÓN BASURA	2.50
total Tasa de Recolección de Basura (3)	2.50

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (Hoja 1)	446.74
Total Tributo Cuerpo de Bomberos (2)	2.25
Total Tasa de Recolección de Basura (3)	2.50
TOTAL A PAGAR (USD)	451.49

Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo
CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	451.49		

Ilustración 19 consumo eléctrico CNEL

Fuente: <https://serviciosenlinea.cnelep.gob.ec/portal/faces/public/login.xhtml>

Con lo ilustrado anteriormente se demuestra que el consumo eléctrico mensual es elevado, adicionando a esto los cortes energéticos que obligan a buscar fuentes adicionales de energía de respaldo, para este caso, generadores a diésel.

3.3 Generador a diésel

Los generadores a Diésel si son cuidados apropiadamente pueden tener una vida útil prolongada de 10 años. Este equipo trabaja durante algunas horas, o días según lo amerite la emergencia. Se debe constatar que posea el combustible adecuado para que trabaje eficazmente. Para que este equipo funcione sin problemas y se conserve por más tiempo debe contar con un mantenimiento constante entre períodos, observando la operatividad del generador y lubricando sus partes móviles ya que su funcionamiento debe ser ininterrumpido durante el tiempo de emergencia. Por otra parte, este equipo se enciende también por mantenimiento 1 vez a la semana, por lo menos 30 minutos con la finalidad de proporcionar lubricación a sus partes móviles y monitorear funcionamientos anormales de sus componentes.

Se debe hacer hincapié en que el centro médico sufre de desconexiones eléctricas imprevistas, de aproximadamente 2 veces por semana, con una frecuencia media de 3 horas en la mayoría de los casos, debido a situaciones ambientales como: vegetación cercana a las redes de media y alta tensión, impacto de vehículos o maquinaria contra infraestructura eléctrica, contactos accidentales de personas o animales con redes eléctricas, descargas atmosféricas, entre otras.

El generador utilizado en el centro médico es un Diésel Generator Set X1.3 Series a continuación, se va a presentar el consumo de combustible de acuerdo al equipo:

Tabla 1

Consumo de combustible

Consumo de combustible al 100% de la carga principal	4.47 l/hr
Consumo de combustible de 75% de carga primaria	3.46 l/hr



Ilustración 20 Diésel Generator Set X1.3 Series

Fuente: https://www.cummins.com/sites/default/files/2021-01/PSBU_001_X1.3_7.5-15kVA_Rev-4.pdf

Con los datos establecidos se determina que el consumo por galón hora del generador a diésel es de **4.47 litros** por hora funcionando al 100% de su capacidad nominal. Si este permanece encendido 3 veces a la semana por un tiempo total de 6 horas con 30 minutos, el consumo de diésel será de 7 galones a la semana el mismo que será explicado de mejor manera en la siguiente tabla:

Tabla 2
Consumo del generador a diésel

Generador	Uso semanal días	Horas semanales	Consumo gal hora	Consumo gal semana	Consumo gal mes
Cummins X1.3 TAA-G1	3.00	6.50	1.18	7.67	32.90

Tabla 3
Costos del generador eléctrico mensual

Costos causados por generador	
Galones por mes	32.90
Costo galón Diésel (jul. 2023)	\$1.75
Costo semanal Diésel	\$13.42
1: Costo anual Diésel	\$697.97
2: (+) Costos mantenimiento preventivo generador	\$2,100.00
Total (1 + 2)	\$2,797.97

Se planteó un rubro de \$2,100 dólares anuales por mantenimiento de generador a diésel, por concepto de los siguientes servicios: lubricación, sistema de enfriamiento, motor, prueba de baterías, cambio de baterías, bujías, limpieza de generador, piezas, materiales, etc. Es importante señalar que el cambio de aceite se lo debe realizar cada 120 horas de uso, que, de acuerdo con la frecuencia de utilización planteada en la Tabla 3, corresponde a dos servicios anuales. Se promedió un costo por servicio de USD \$1,050 dólares donde ya consta la labor de los expertos y los materiales como aceites, filtros y demás. Esto suma un consumo total anual de USD \$2,797.97 que se debe cancelar adicional por el generador a diésel.

Se puede mencionar que los motores que funcionan con diésel emiten gases contaminantes como el CO₂, que perjudican el clima y el entorno a su alrededor, agregando que estos equipos poseen partículas diminutas de hollín y otras sustancias químicas como benceno, arsénico y óxido de nitrógeno. Los gases de nitrógeno del diésel son categorizados como contaminantes atmosféricos primarios, que una vez liberados son precursores del ozono troposférico también denominado smog. Esto ocurre al estar el contaminante primario en contacto con los rayos solares y el vapor de agua que se produce en el entorno atmosférico (Puentestar, 2019).

3.4 Factor de conversión para estimar la cantidad de CO2 equivalente

Para determinar la cantidad general de la contaminación basada en el dióxido de carbono se requiere hacer uso de una ecuación basada en las Pautas Técnicas para la estimación de los Gases de Efecto Invernadero del Departamento de Cambio Climático y Eficiencia Energética de Julio del 2011 de Australia (DCCEE, 2011):

$$E = \frac{Q \times EC \times EF}{1000}$$

Donde:

E: total de emisiones en Toneladas de CO2-e.

Q: cantidad de Diesel consumida en kL.

EC: factor de retención de energía del combustible en GJ/kL.

EF: factor de emisiones para el combustible en kg CO2-e/GJ.

La fórmula muestra las dimensiones totales de los gases contaminantes causados por la combustión del diésel por generación eléctrica.

3.5 Ubicación del centro de salud

A continuación, se observa la geolocalización desde una perspectiva satelital del área del centro de 588m² (14mx42m) 1°28'07.2"S 80°45'43.4"W coordenadas -1.468667, -80.762056, el mismo que se observa desde Google Maps en la ilustración 21.



Ilustración 21 Perspectiva satelital del centro médico
Fuente: (Google Maps, 2023)

3.6 Equipos que se utilizan en el centro de salud

Los equipos médicos se consideran un componente fundamental de los sistemas de salud; los beneficios que pueden proporcionar continúan aumentando ya que son esenciales para prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar enfermedades de una manera segura y efectiva. son cruciales en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, así como en la rehabilitación del paciente. A continuación, en la tabla 4 se presenta el consumo eléctrico de los equipos que se utilizan dentro del centro médico ubicado en cantón de Machalilla.

**PLANILLA DE PANELES DE DISTRIBUCIÓN
CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA**

UBICACIÓN: PLANTA BAJA

NOMENCLATURA: TD-ES

VIENE DESDE: TDP
ALIMENTADOR: 2#2+N#4+T#6

FECHA DE
ELABORACIÓN:
FEB 2023
CENTRO MEDICO
FUVIDA
MACHALILLA

Tabla 4

Cálculo energético de los equipos del centro

ítem	Nombre	Descripción	Potencia instalada (kw)	Factor de utilización	Potencia de utilización (kw)	Voltaje (v)	Corriente (a)	Disyuntor	Calibre de conductor thhn
1	a1	Alumbrado insumos diarios	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
2	a2	Alumbrado vestidor pacientes hombres	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
3	a3	Alumbrado vestidor pacientes mujeres	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
4	a4	Alumbrado baños públicos y exterior	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
5	a5	Alumbrado sala de espera	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
6	a6	Alumbrado exteriores edificación	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
7	a7	Alumbrado bloque a y nutrición	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12

8	a8	Alumbrado back up	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
9	a9	Alumbrado hemodiálisis	0,15	0,60	0,09	120	0,07	20a-1p	1#12+n#12
10	a10	Tomacorrientes circuito 1	1,25	0,80	1,00	120	0,59	20a-1p	1#12+n#12+t#14
11	a11	Tomacorrientes circuito 2	1,25	0,80	1,00	120	0,59	20a-1p	1#12+n#12+t#14
12	a12	Tomacorrientes circuito 3	1,25	0,80	1,00	120	0,59	20a-1p	1#12+n#12+t#14
13	a13	Equipo de diálisis	1,80	0,80	1,44	120	0,86	30a-1p	1#12+n#12
14	a14	Espectrofotómetro instrumentación científica técnica, s.l	0,80	0,60	0,48	240	0,19	20a-2p	2#12+t#12
15	a15	Detector de hemoglobina glicosilada	0,65	0,60	0,39	120	0,31	20a-1p	1#12+n#12
16	a16	Refrigerador grande indurama puerta de vidrio	0,60	0,60	0,36	120	0,29	20a-1p	1#12+n#12
17	a17	Retinografo trc-50dx	0,75	0,60	0,45	120	0,36	20a-1p	1#12+n#12
18	a18	Macrocentrifuga d3024	0,75	0,60	0,45	120	0,36	20a-1p	1#12+n#12
19	a19	Contador hematológico con-19	0,95	0,60	0,57	120	0,45	20a-1p	1#12+n#12
20	a20	Microscopio didáctico monocular, modelo 200	0,90	0,60	0,54	120	0,43	20a-1p	1#12+n#12
21	a21	Baño de maría greetmed modelo: gt-w420	1,00	0,60	0,60	120	0,48	20a-1p	1#12+n#12

22	a22	Bomba 2	6,00	0,80	4,80	240	1,43	20a-2p	2#12+t#12
23	a23	Estufa de cultivo serie cl	0,65	0,60	0,39	120	0,31	20a-1p	1#12+n#12
24	a24	Microcentrifuga laboratorio cgf-15d	0,65	0,60	0,39	120	0,31	20a-1p	1#12+n#12
25	a25	Equipo de electrolitos opilión	0,70	0,60	0,42	120	0,33	20a-1p	1#12+n#12
26	a26	Coagulómetro coagulyzer-4k	0,95	0,60	0,57	120	0,45	20a-1p	1#12+n#12
27	a27	Equipo de elisa piowey medical rt-2100c	0,75	0,60	0,45	240	0,18	20a-2p	2#12+t#12
28	a28	Equipo de quimioluminiscencia maglumi 1000	0,90	0,60	0,54	120	0,43	20a-1p	1#12+n#12
29	a29	Microondas lg	1,10	0,60	0,66	240	0,26	20a-2p	2#12+t#12
30	a30	Agitador magnetico dlab ms7 h550 pro	0,40	0,60	0,24	120	0,19	20a-1p	1#12+n#12
31	a31	Autoclave benchmark scientific inc	0,95	0,60	0,57	240	0,23	20a-2p	2#12+t#12
32	a32	Balanza analítica belltronic	0,75	0,60	0,45	120	0,36	20a-1p	1#12+n#12
33	a33	Incubadora de laboratorio clw 1000	0,80	0,60	0,48	240	0,19	20a-2p	2#12+t#12
34	re	Reserva 15%			2,86				
total					21,91				

Tabla 5

Panel de distribución de los equipos médicos

DEMANDA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN EQUIPOS MÉDICOS ESPECIALES	
POTENCIA DE UTILIZACIÓN DEL TABLERO (KW)	21,91
FACTOR DE COINCIDENCIA	0,80
DEMANDA MÁXIMA DEL PANEL (KW)	17,53
FACTOR DE POTENCIA	0,92
DEMANDA MÁXIMA DEL PANEL (KVA)	19,05
CORRIENTE MÁXIMA	86,59
DISYUNTOR	100A-2P
ALIMENTADOR	2#2+N#4+T#6

Este detalle corresponde al consumo eléctrico de los artefactos utilizados en el centro, indicando que el horario de funcionamiento es de 7h00 AM a 20h00 PM de lunes a sábado, pero el alumbrado se utiliza toda la noche, por lo que de acuerdo a la planilla de CNEL se establece que en promedio el consumo eléctrico es de \$4800 anuales (400 dólares mensuales)

**Energía total consumida del centro médico
PLANILLA DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN
CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA**

Ubicación	PB	FECHA DE ELABORACIÓN: FEBRERO 2023
Nomenclatura	TDP	CENTRO MEDICO FUVIDA MACHALILLA
Viene desde Alimentador	Transformador principal 2#2+N#4+T#6 THHN	

Tabla 6

Cálculo de demanda máxima

ÍTEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DEMANDA MÁXIMA (KW)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	DISYUNTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR THHN
1	TD-EM	TABLERO DISTRIBUCION EQUIPOS ESPECIALES	19,05	240	86,28	100A-2P	2#2+N#4+T#6
6	RESERVA 20%		3,81				
TOTAL			22,86				

Tabla 7
Distribución principal

DEMANDA DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	
DEMANDA MAXIMA DEL TABLERO (KW)	22,86
FACTOR DE COINCIDENCIA	0,90
DEMANDA MAXIMA DEL PROYECTO (KW)	20,57
FACTOR DE POTENCIA	0,92
DEMANDA MAXIMA DEL PROYECTO (KVA)	22,36
KVA ESTIMADOS POR FACTOR 1,25	27,95
TRANSFORMADOR SELECCIONADO (KVA)	37,5
CORRIENTE MAXIMA SEGÚN KVA ESTIMADOS	73,36
DISYUNTOR REGULABLE	100A-2P
ALIMENTADOR	2#2+N#4+T#6 THHN

De acuerdo al estudio de carga realizado y considerando factores normalizados obtenidos de levantamientos al tablero de distribución de equipos del centro, en el que también se tiene presente una reserva a la suma de los valores finales de un 25% adicional por nuevos equipos que implican nuevas tecnologías y servicios de este establecimiento, se presenta un consumo de corriente máximo de 73,36 Amperios, correspondiendo a una potencia de transformador monofásico de distribución mínimo por parte de la distribuidora de 37.5 kVA.

Los equipos esenciales que entran en funcionamiento para condiciones de emergencia son los siguientes:

**PLANILLA DE PANELES DE DISTRIBUCIÓN
CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA PARA EQUIPOS ESENCIALES**

UBICACIÓN: PLANTA
BAJA
NOMENCLATURA: TD-ES
VIENE DESDE: TDP
ALIMENTADOR: 2#6+N#8+T#10

FECHA DE ELABORACIÓN:
FEB 2023
CENTRO MEDICO FUVIDA
MACHALILLA

Tabla 8
Plantilla de paneles de distribución

ÍTEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE UTILIZACIÓN	POTENCIA DE UTILIZACIÓN (KW)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	DISYUNTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR THHN
1	A1	ALUMBRADO INSUMOS DIARIOS	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12

2	A2	ALUMBRADO VESTIDOR PACIENTES HOMBRES	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
3	A3	ALUMBRADO VESTIDOR PACIENTES MUJERES	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
4	A4	ALUMBRADO BAÑOS PUBLICOS Y EXTERIOR	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
5	A5	ALUMBRADO SALA DE ESPERA	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
6	A6	ALUMBRADO EXTERIORES EDIFICACION	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
7	A7	ALUMBRADO BLOQUE A Y NUTRICION	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
8	A8	ALUMBRADO BACK UP	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
9	A9	ALUMBRADO HEMODIALISIS	0,15	0,60	0,09	120	1,36	20A-1P	1#12+N#12
13	A10	EQUIPO DE DIALISIS	1,80	0,80	1,44	120	16,30	30A-1P	1#10+N#12
14	A11	ESPECTOFOTOMETRO INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA, S.L	0,80	0,60	0,48	240	3,62	20A-2P	2#12+T#12
16	A12	REFRIGERADOR GRANDE INDURAMA PUERTA DE VIDRIO	0,60	0,60	0,36	120	5,43	20A-1P	1#12+N#12
22	A13	BOMBA 2	6,00	0,80	4,80	240	27,17	40A-2P	2#10+T#12
33	A14	INCUBADORA DE LABORATORIO CLW 1000	0,80	0,60	0,48	240	3,62	20A-2P	2#12+T#12
34	RE	RESERVA 15%			1,26				
TOTAL					9,63				

Tabla 9
Distribución de equipos esenciales

DEMANDA DEL PANEL DE DISTRIBUCIÓN EQUIPOS MÉDICOS ESCENCIALES	
POTENCIA DE UTILIZACION DEL TABLERO (KW)	9,63
FACTOR DE COINCIDENCIA	0,80

DEMANDA MAXIMA DEL PANEL (KW)	7,70
FACTOR DE POTENCIA	0,92
DEMANDA MAXIMA DEL PANEL (KVA)	8,37
CORRIENTE MAXIMA	38,05
DISYUNTOR	60A-2P
ALIMENTADOR	2#6+N#8+T#10

Con un resumen de estudio de carga de acuerdo al siguiente detalle:

**PLANILLA DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN
CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA**

UBICACIÓN: PB
 NOMENCLATURA: TDP
 VIENE DESDE: TRANSFORMADOR PRINCIPAL
 ALIMENTADOR: 2#6+N#8+T#10 THHN

FECHA DE ELABORACIÓN: FEBRERO 2023
 CENTRO MEDICO FUVIDA MACHALILLA

Tabla 10

Plantilla de tableros de distribución

ÍTEM	NOMBRE	DESCRIPCION	DEMANDA MAXIMA (KW)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	DISYUNTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR THHN
1	TD-EM	TABLERO DISTRIBUCION EQUIPOS ESPECIALES	8,37	240	37,91	40A-2P	2#6+N#8+T#10 THHN
6	RESERVA 20%		1,67				
TOTAL			10,04				

Tabla 11

Tablero de distribución principal

DEMANDA DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	
DEMANDA MAXIMA DEL TABLERO (KW)	10,04
FACTOR DE COINCIDENCIA	0,90
DEMANDA MAXIMA DEL PROYECTO (KW)	9,04
FACTOR DE POTENCIA	0,92
DEMANDA MAXIMA DEL PROYECTO (KVA)	9,83
KVA ESTIMADOS POR FACTOR 1,25	12,28
TRANSFORMADOR SELECCIONADO (KVA)	37,5
CORRIENTE MAXIMA SEGÚN KVA ESTIMADOS	32,23
DISYUNTOR REGULABLE	40A-2P
ALIMENTADOR	2#6+N#8+T#10 THHN

3.7 Clima en Puerto López

Según la codificación del clima de Köppen, Puerto López presenta un clima semiárido cálido (BSh), conocido por sus altas temperaturas en tiempos de invierno y lluvia, el mismo que puede presentar algunas variaciones, el resto del año es conocido como clima seco. Sobre la zona ecuatorial, las estaciones anuales no manifiestan grandes cambios. Por otra parte, su acercamiento al Océano Pacífico por las corrientes del Humboldt (fría) y de El Niño (cálida) hacen la diferencia con el clima de forma notoria, pudiendo este ser un cálido y lluvioso invierno entre diciembre y junio, y un verano árido y algo refrescante entre los meses de julio y noviembre.

La temperatura de 23 °C es considerada como estándar; teniendo el mes de marzo como un tiempo cálido de 25 °C y en septiembre un mes de frío de 21 °C, denominándose clima isotérmico por presentar una extensión térmica por año aproximada de 4 °C en tiempos fríos y cálidos a la vez. A pesar de que la temperatura no sea elevada se muestra con bastante humedad elevando la sensación térmica a 35 °C o superior. Según el tiempo de la zona se hacen presentes lluvias esporádicas y constantes; existiendo una diferencia entre 146 mm de precipitación entre aquellos meses donde no llueve y los más húmedos. En el mes de marzo hay 14 días en que llueve de forma constante, mientras que en el mes de agosto se hacen presentes lluvias ligeras. La sensación de humedad es perenne, que se muestra todos los años con 83,1% (Puerto López, 2023)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.1	24.7	24.9	24.5	23.6	22.4	21.8	21.5	21.5	21.6	22.1	23.1
Temperatura mín. (°C)	22.6	23.2	23.3	22.9	22.2	21	20.4	19.9	19.8	20	20.3	21.3
Temperatura máx. (°C)	26.8	27	27.3	27	26	25	24.7	24.8	24.9	25	25.6	26.3
Precipitación (mm)	106	167	163	114	60	25	18	10	19	15	19	46
Humedad(%)	82%	84%	84%	85%	85%	84%	83%	82%	82%	81%	80%	81%
Días lluviosos (días)	11	14	14	12	9	4	3	2	3	2	3	5
Horas de sol (horas)	5.7	6.2	6.6	6.0	4.0	3.0	2.8	3.0	3.1	2.7	3.4	4.6

Data: 1991 - 2021 Temperatura mín. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Ilustración 22 Temperatura en el Cantón Puerto López
Fuente: (Climate Data, 2019)

Las curvas de temperaturas aquí representadas muestran la dispersión anual de la temperatura media mensual del aire. Analizando el gráfico podemos ver que las estaciones elegidas tienen una temperatura media anual de 24,75°C. Los meses con mayores valores de temperatura son enero, febrero, marzo y abril, mientras que aquellos con valores

significativamente más bajos que el promedio anual son julio, agosto y septiembre. Dado que la diferencia entre los cambios mensuales de temperatura (la diferencia entre los valores máximo y mínimo) es de sólo unos 2 °C, no se presentan como estadísticamente significativos.



Ilustración 23 Temperatura medio mensual

Fuente: (Gobierno autonomo descentralizado Municipal del Cantón Puerto López, 2015)

Para la recopilación de estas ilustraciones se utilizó el sistema de datos geográficos (SIG) que en conjunto con la investigación científica, técnica y organizativa del manejo territorial (OT) benefician la generación y distribución de energía (GD). Esta herramienta es de gran ayuda para conocer los datos relevantes del estudio (Rodríguez, 2018).

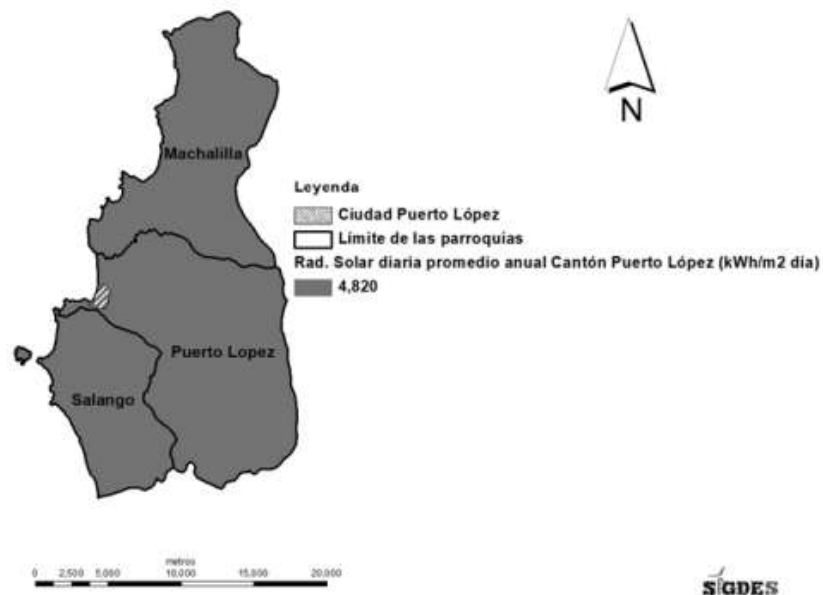


Ilustración 24 Potencial solar anual del Cantón Puerto López

Fuente: (Rodríguez, 2018)

Concepto	Meses del año												
	Promedio anual	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<i>Pspa (kWh/m² día) Cantón</i>	4,820	5,470	5,300	5,810	5,740	5,210	4,090	3,660	4,000	4,370	4,400	4,590	5,220
<i>Pn si mono (kWh/kWp día)</i>	4,294	4,873	4,722	5,176	5,114	4,641	3,644	3,261	3,564	3,893	3,920	4,089	4,650
<i>Pn si poli (kWh/kWp día)</i>	3,489	3,959	3,836	4,206	4,155	3,771	2,961	2,649	2,895	3,163	3,185	3,322	3,778
<i>Pe si mono (kWh/kWp año)</i>	1567	151	132	160	153	144	109	101	110	117	122	123	144
<i>Pe si poli (kWh/kWp año)</i>	1273	123	107	130	125	117	89	82	90	95	99	100	117
<i>Pscv si mono (kWh cv)</i>	31341	3021	2644	3209	3068	2878	2186	2022	2209	2336	2430	2453	2883
<i>Pscv si poli (kWh cv)</i>	31830	3069	2685	3259	3116	2923	2220	2053	2244	2372	2468	2492	2928
<i>Pspa Parroquia Machalilla (kWh/m² día)</i>	4,820	5,470	5,300	5,810	5,740	5,210	4,090	3,660	4,000	4,370	4,400	4,590	5,220
<i>Pspa Parroquia Puerto López (kWh/m² día)</i>	4,820	5,470	5,300	5,810	5,740	5,210	4,090	3,660	4,000	4,370	4,400	4,590	5,220
<i>Pspa Parroquia Salango (kWh/m² día)</i>	4,820	5,470	5,300	5,810	5,740	5,210	4,090	3,660	4,000	4,370	4,400	4,590	5,220

Fuente: SIGDES

Descripción de los acrónimos de las tablas de datos:

Pspa→ potencial solar diario promedio anual

Pn→ productividad normalizada

Pe→ productividad específica

Pscv→ productividad del sistema en el ciclo de vida

En→ espacio necesario para instalar la tecnología fotovoltaica

CrGFV→ costo relativo del kWh generado con fotovoltaica considerando el ciclo de vida

si mono→ silicio monocristalino

si poli→ silicio policristalino

Ilustración 25 Cuadro promedio de radiación solar en Machalilla

Fuente: (Rodríguez, 2018)

A través de esta información se determina que la Parroquia Machalilla tiene una potencia solar diario promedio anual de 4820 kwh/ m² día según el informe de (Sig, 2014)

3.8 Radiación solar del área

Para la colocación del sistema fotovoltaico se evaluaron los datos establecidos por Global Solar Atlas, software especializado en proporcionar información sobre la irradiación, estableciendo que el centro médico ubicado en el sector Machalilla cantón Puerto López recibe una irradiación directa normal de 919.7 kwh/m², con una potencia total fotovoltaica anual de 122.278 MWh, según datos de su página web (Global Solar Atlas, 2023)

Map data		Per year ▾	
Direct normal irradiation	DNI	919.7	kWh/m ² ▾
Global horizontal irradiation	GHI	1557.8	kWh/m ² ▾
Diffuse horizontal irradiation	DIF	850.1	kWh/m ² ▾
Global tilted irradiation at optimum angle	GTI opta	1546.4	kWh/m ² ▾
Optimum tilt of PV modules	OPTA	3 / 0	°
Air temperature	TEMP	23.8	°C ▾
<input checked="" type="checkbox"/> Terrain elevation	ELE	18	m ▾

Ilustración 26 Radiación normal directa
Fuente: (Global Solar Atlas, 2023)

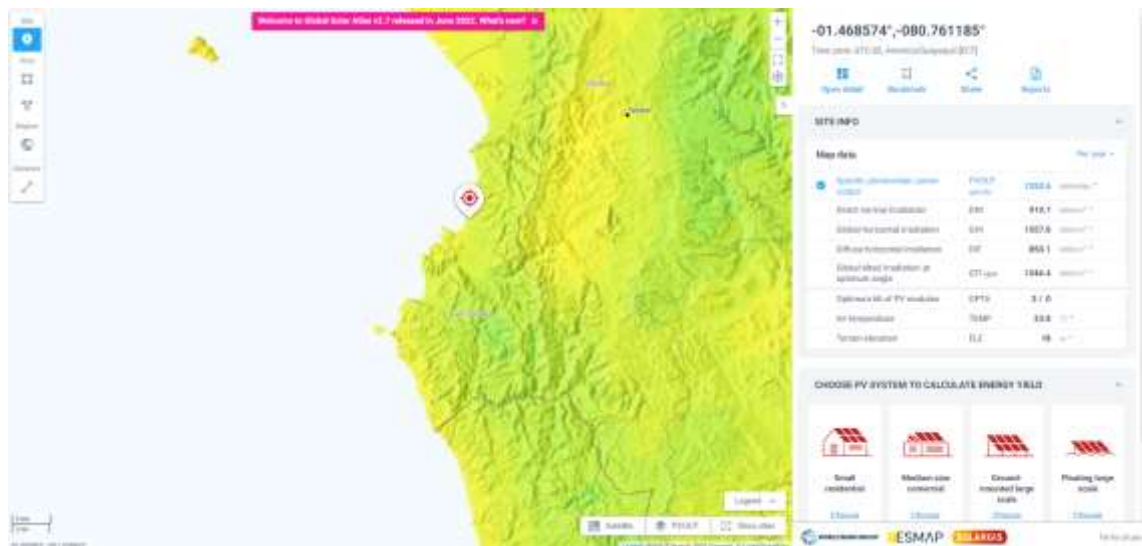


Ilustración 27 Radiación solar satelital
Fuente: (Global Solar Atlas, 2023)



Ilustración 28 Irradiación solar anual
Fuente: (Global Solar Atlas, 2023)

3.9 Cálculo de horas pico

Se establece dentro de las horas pico (HSP), el tiempo de radiación constante de luz solar máximo, con variables entre las 3 y 4 horas cada días, dependiendo de su ubicación y del mes que se tome en cuenta.

Para definir esto, se tomó en consideración la información que consta en la plataforma POWER CERES, de la NASA, de acuerdo al nivel de irradiancia en superficie, y la energía por kw/h por metro cuadrado disponible. Para el cálculo, se emplearon las coordenadas: 1°28'23"S 80°45'53"O.

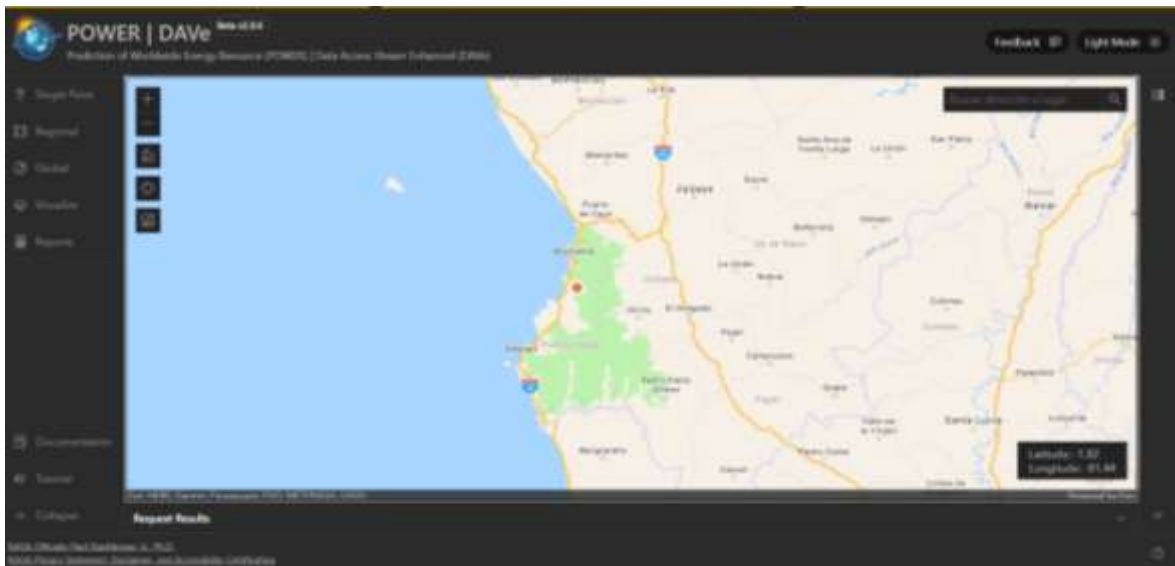


Ilustración 29 Predicción de recursos energéticos (2023)
Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer/>

Los datos obtenidos, desde el año 2015 hasta el 2020, muestran los siguientes valores promedio bajo el criterio expresado previamente (kw-hr/m² por día)

Tabla 12

Irradiación kwh/m² por día

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
Año 2015	3.98	4.46	4.71	4.71	4.4	4.11	3.6	3.66	4.05	3.58	3.56	3.96	4.06
Año 2016	4.08	3.96	4.29	4.35	5.02	4.12	3.39	4.27	3.57	4.11	4.96	3.98	4.18
Año 2017	4.11	4.53	4.59	4.69	4.35	2.98	3.02	3.52	3.83	3.81	3.96	3.65	3.92
Año 2018	4.51	3.89	4.6	4.98	3.71	3.2	3.06	3.75	4.08	3.69	3.66	4	3.93
Año 2019	3.95	4.25	4.38	4.71	3.93	3.09	3.29	4.09	4.39	3.35	3.36	4.15	3.91
Año 2020	4.31	4.15	4.61	4.82	4.31	3.1	3.09	4.09	3.88	4.22	4.4	3.81	4.07

Nota: Datos extraídos del sitio web Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) | Data Access Viewer Enhanced (DAVe) (Nasa, 2023)

Esto, expresado a términos de kilovatios hora por metro cuadrado por mes, mostraría los siguientes valores.

Tabla 13

Irradiación kwh/m2 por mes

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
Año 2015	119	134	141	141	132	123	108	110	122	107	107	119	1463
Año 2016	122	119	129	131	151	124	102	128	107	123	149	119	1503
Año 2017	123	136	138	141	131	89	91	106	115	114	119	110	1411
Año 2018	135	117	138	149	111	96	92	113	122	111	110	120	1414
Año 2019	119	128	131	141	118	93	99	123	132	101	101	125	1408
Año 2020	129	125	138	145	129	93	93	123	116	127	132	114	1464

Nota: Datos extraídos del sitio web Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) | Data Access Viewer Enhanced (DAVe) (NASA, 2023)

En el comparativo del año 2019 -2020, se mostró un incremento en la radiación total anual en la zona.



Ilustración 30 Sistema de información geográfica fotovoltaica

Fuente: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

3.10 Dimensionamiento y área de ubicación de los paneles

En el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se toman en cuenta todos los equipos conectados a la red, que corresponden a 12,28 KVA considerado como la demanda máxima del panel cuando están solo conectados los equipos de alta prioridad. Los paneles serán ubicados en la parte superior del techo y en el área externa del centro y ocuparán un área de 463,4m² al aire libre, sin sombra de ningún tipo teniendo así una absorción eficiente de la energía.

3.11 Número de paneles que se van a usar

Para realizar las dimensiones se aplicarán los paneles de 550[Wp] en un área de 588m² (14mx42m) en el que se establece una cantidad aproximada de 55 paneles a ser colocados en el techo y en el exterior del centro médico al aire libre, incrementando un margen de seguridad del 4%.

Para tener una información más detallada dentro de la investigación se hará uso de la siguiente fórmula que determinará el margen de seguridad dentro del área de aplicación.

$$N_p = \frac{\text{Margende Seguridad x Area Total}}{\text{Area Panel}}$$

3.12 Baterías de acumulación

El número de baterías acumuladas surgen de los requerimientos eléctricos que maneja el centro, que toma como valor principal la tensión requerida, la cual será presentada a continuación:

$$C = \frac{(P_{INV})(H_R)}{(V_{INV})(P_D)}$$

C = Capacidad del sistema de baterías (Ah).

P_{INV} = Potencia del Inversor (w)

H_R = Autonomía del sistema de baterías (h)

V_{INV} = Voltaje de entrada del inversor (%)

P_D = Profundidad de descarga de baterías(V).

3.13 Evaluación económica TIR y VAN

Corresponde al estudio financiero que se origina en dos procesos:

V.A.N: El valor actual neto (VAN), es una herramienta financiera que se utiliza para evaluar proyectos comparando el valor actual de los flujos de caja futuros con la inversión inicial. En otras palabras, es un cálculo del valor temporal del dinero que resta el valor actual del flujo de caja futuro por el valor actual de la inversión inicial.

T.I.R: La Tasa Interna de Retorno o TIR es la tasa de interés o de rentabilidad que ofrece una inversión. Así, se puede decir que la Tasa Interna de Retorno es el porcentaje de beneficio o pérdida que conlleva cualquier inversión. La TIR es un factor invaluable para el éxito de una empresa o negocio. En este caso no es aplicable al estudio, puesto que este no posee ingresos, por lo que el TIR se mostrará como negativo y conforme a este estudio es rechazada.

El payback o recuperación del capital invertido en el sistema fotovoltaico sucederá en el periodo 28, momento en el cual, el ahorro obtenido por concepto de pago menor en las planillas de luz equipará al valor inicial que represento la adquisición y la instalación del sistema referido

CAPITULO 4

4. RESULTADOS

4.1 Cálculo de emisiones en Ecuador

Las emisiones anuales en Ecuador del CO₂ de la generación eléctrica total para el periodo 2012 a 2021 variaron entre 3050.2 y 8612.3 Gt CO₂ / año. Es importante indicar que el factor de emisión de CO₂ por cada unidad de electricidad consumible generó una variación entre 241.0 y 397.5 g CO₂ / kWh. El factor de emisión máximo corresponde al 2020 donde existió mayor participación de los recursos no renovables con el 52%, mientras que el mínimo corresponde al 2019, año de menor participación de fuentes no renovables con 35%. La Agencia Internacional de Energía realizó un informe sobre el factor de emisión en un nivel estándar para Ecuador correspondientes al 2008-2010 de 319.3 g CO₂ kWh⁻¹. Los valores medio del periodo 2016-2017 son 329,5 g CO₂ kWh⁻¹. Estos valores persisten con una variación de 3.2%. Existen países con emisiones mucho más altas que Ecuador en el 2012 a 2021 que son: Estonia (1059), India (936), China (790), Grecia (730), Estados Unidos (528), México (447), Chile (398), Argentina (365). Otro con valores más bajos que Ecuador en el 2015 al 2017 están Canadá (183), Colombia (153), Brasil (81), Suecia (22) y Noruega (10). Las tasas de participación actuales fueron de 47,5%, 49,1% y 3,3% para fuentes renovables, no renovables e importadas, respectivamente (Marquéz & Angulo, 2023)

A pesar de que las emisiones por cada kWh consumido han disminuido en comparación con años anteriores, aún persisten como una preocupación en términos de impacto ambiental. Es importante considerar que, en comparación con otros países, Ecuador se encuentra en un

rango medio en términos de emisiones contaminantes por generación de electricidad. Sin embargo, existe una necesidad de continuar con esfuerzos para reducir estas emisiones aún más, e incentivar aplicar fuentes de energía de renovación, como la energía fotovoltaica, para disminuir el impacto ambiental y avanzar hacia un sistema energético más sostenible y amigable con el medio ambiente.

4.2 Cálculo de emisiones del generador de emergencia:

El consumo eléctrico del generador a diésel, el mismo que se implementa en situaciones emergentes en el centro médico se explicará mediante procesos cuantificables que existen de los cuales se establecen los siguientes:

Tabla 14

Consumos de diésel del generador de emergencia

PERIODO	AÑO	CONSUMO DE DIESEL GAL	CONSUMO DE ENERGIA KWH	NITROGEN OXIDES (NOX) KG	PARTICULATE MATTER 2.5 (PM 2.5) KG	CARBON MONOXIDE KG	SULPHUR OXIDES (SOX) KG	PARTICULATE MATTER (PM-10) KG	CARBON DIOXIDE KG	ALDEHYDES KG	TOC KG
ENERO	2020	29	288	8.3	0.6	1.8	0.5	0.6	308.4	0.1	0.7
FEBRERO	2020	34	338	9.7	0.7	2.1	0.6	0.7	361.6	0.2	0.8
MARZO	2020	32	318	9.2	0.6	2	0.6	0.6	340.3	0.1	0.7
ABRIL	2020	34	338	9.7	0.7	2.1	0.6	0.7	361.6	0.2	0.8
MAYO	2020	28	278	8	0.5	1.7	0.5	0.6	297.8	0.1	0.6
JUNIO	2020	29	288	8.3	0.6	1.8	0.5	0.6	308.4	0.1	0.7
JULIO	2020	30	298	8.6	0.6	1.8	0.6	0.6	319.1	0.1	0.7
AGOSTO	2020	28	278	8	0.5	1.7	0.5	0.6	297.8	0.1	0.6
SEPTIEMBRE	2020	28	278	8	0.5	1.7	0.5	0.6	297.8	0.1	0.6
OCTUBRE	2020	29	288	8.3	0.6	1.8	0.5	0.6	308.4	0.1	0.7
NOVIEMBRE	2020	28	278	8	0.5	1.7	0.5	0.6	297.8	0.1	0.6
DICIEMBRE	2020	35	348	10	0.7	2.2	0.7	0.7	372.2	0.2	0.8
TOTAL	2020	364	3615	104.1	7.1	22.4	6.6	7.5	3871.2	1.5	8.3

Fuente: https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2018/03/94eb-diésel_generators.xls

La tabla presente contiene datos del 2020 relacionadas con el consumo eléctrico del centro médico donde se determinó el gasto de 395 galones de diésel, el mismo que generó una emisión de 104.1 kg de óxidos de nitrógeno, 7.1 kg de partículas de materia pm 2.5, 6.6 kg de óxidos de azufre, 7.5 kg de partículas de materia pm-10, 3871.2 kg de dióxido de carbono, 1.5 kg de aldehídos y 8.3 kg de toc.

4.3 Cálculo de emisiones generadas en TON CO2 EQ

Generador de emisiones

Las emisiones del uso del generador durante la etapa operativa se estimaron con base en las pautas técnicas del departamento de cambio climático y eficiencia energética para la estimación de las emisiones de GEI de las instalaciones en Australia, julio de 2011 (las pautas; DCCEE, 2011), mediante el consumo de combustible anticipado (Plan.sa, 2015)

$$E = \frac{Q \times EC \times EF}{1000}$$

Donde:

E: son las emisiones totales medidas en toneladas de CO₂-E

Q: es la cantidad de combustible en kL

EC: es la energía que contiene el factor de entrada GJ/Kl y

EF: es la emisión del factor para el Kg CO₂-E/GJ

La cual será reemplazada por:

Q: 1.49705 KL/AÑO

EC: 38.6 GJ/KL

EF: 69.5 KG CO₂-E/GJ

E=(1.49705 x 38.6 x 69.5) / 1000 = 4.0161

Obteniendo como resultado 4.0161 TON CO₂ – E

4.4 Irradiación

La irradiación solar que se deriva del centro médico tiene un espacio de 588m², con lo que se establece una gran oportunidad para colocar paneles fotovoltaicos en el área, que será presentada en una tabla con los datos más relevantes del 2020.

Tabla 15

Irradiación solar

AÑO	MES	Irradiación kwh/m ²
2020	enero	129
2020	febrero	125
2020	marzo	138
2020	abril	145
2020	mayo	129
2020	junio	93
2020	julio	93
2020	agosto	123
2020	septiembre	116
2020	octubre	127
2020	noviembre	132
2020	diciembre	114
PROMEDIO		122

Para lo cual se determinó un valor de 93 kwh/m2 como mínimo para el estudio y 122 kwh/m2 como promedio, mostrando de esta forma una baja dispersión en la irradiación durante el año, apreciándolo de mejor forma en la siguiente ilustración:

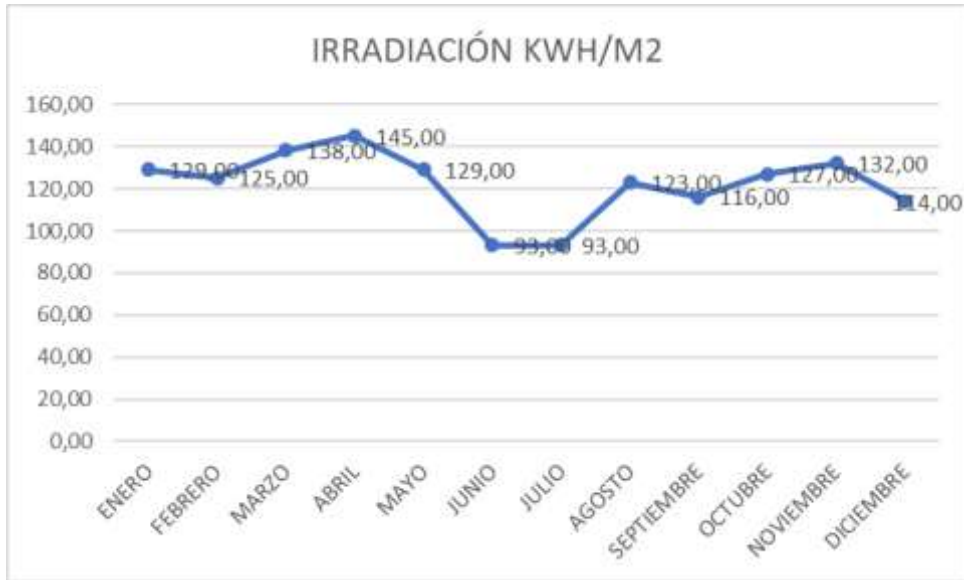


Ilustración 31 Irradiación solar
<https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer/>

4.5 Energía fotovoltaica esperada

Para establecer cuanta energía se debe utilizar y modificar los galones de diésel por energía, en la tabla siguiente se presentan las cantidades de irradiación e irradiancia correspondiente al lugar de investigación, a su vez se analizan los valores de potencia y energía esperados por el sistema fotovoltaico:

Tabla 16
Energía fotovoltaica

AÑO	MES	IRRADIACIÓN KWH/M2	IRRADIANCIA KW/M2	ENERGIA FV REQUERIDA MWH	POTENCIA TEORICA KW	ENERGIA TEORICA MWH
2020	ENERO	129.00	0.17	288.00	17.06	2.11
2020	FEBRERO	125.00	0.19	337.66	18.30	2.27
2020	MARZO	138.00	0.19	317.79	18.25	2.26
2020	ABRIL	145.00	0.20	337.66	19.81	2.46
2020	MAYO	129.00	0.17	278.07	17.06	2.11
2020	JUNIO	93.00	0.13	288.00	12.71	1.58
2020	JULIO	93.00	0.13	297.93	12.30	1.52
2020	AGOSTO	123.00	0.17	278.07	16.26	2.02
2020	SEPTIEMBRE	116.00	0.16	278.07	15.85	1.97
2020	OCTUBRE	127.00	0.17	288.00	16.79	2.08
2020	NOVIEMBRE	132.00	0.18	278.07	18.03	2.24

2020	DICIEMBRE	114.00	0.15	347.59	15.07	1.87
	PROMEDIO	122.00	0.17	301.24	16.46	2.04

4.6 Potencia requerida

De la misma manera como se estableció en el estudio de carga en el capítulo anterior, la potencia que se necesita para proveer de energía al centro médico y todos sus equipos corresponde a 12.28 kW lo que significa que, al emplear los paneles solares como respaldo de emergencia, se puede prescindir de aquellos sistemas que eran considerados importantes cuando se carecía de electricidad. Para el caso en el que el sistema fotovoltaico tuviera un evento que les impediría funcionar, entrará en servicio el generador, puesto que por ser un lugar de atención a pacientes de salud es indispensable que se cuente con otras alternativas de apoyo, lo que implica una reducción drástica en los costos de mantenimiento a estos equipos debido a su poco uso.

4.7 Área de terreno para paneles solares

Se puede considerar que una irradiancia baja anual que se hacen presentes en los meses de junio y julio en los que se establece con 0.129 kw/m², donde la utilización de paneles comerciales tendría una eficiencia del 0.16% la cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$P_{pv} = I * A * n$$

De esta fórmula se obtiene el área menor que permita cubrir la demanda potencial. Una vez con la expresión establecida se reemplazarán los valores de P_{pv} por 12.28 kW, i por 0.129 kw/m² y n por 0.212, la eficiencia del panel solar (21.2%). Luego se ve como resultado 463.40 M²:

$$A_{\min} = \frac{P_{pv}}{I * n} = \frac{12.28}{0.129 * 0.212}$$

$$A_{\min} = 463.40 \text{ (m}^2\text{)}$$

4.8 Número de paneles solares

Para establecer las dimensiones se emplearán paneles de 555 wp con una eficiencia del 21.2% en una zona de 2.39m x 1.10m, en donde se mide la cantidad de paneles requeridos conforme al área, en el que se establece un porcentaje de seguridad del 4%, luego colocar la

siguiente formula dejando np con 1.04 por 463.4 dividido para 1.529 que da como resultado 316 paneles.

$$N_p = \frac{1.04 \times 4634.4}{1.529}$$
$$N_p = 316 \text{ paneles}$$

4.9 Angulo óptimo de inclinación del panel solar

La alineación y el ángulo de montaje de los paneles solares fotovoltaicos son importantes para obtener un nivel de ventaja por horas del sol y para alcanzar un mejor beneficio de la instalación solar. Es relevante mencionar que estamos localizados en la línea ecuatorial con una latitud cercana a 0 grados y los 10 grados de inclinación sirven para que se limpien del polvo con la lluvia. El panel solar debe ser instalado que presenta una inclinación parecida al valor de latitud en el lugar establecido para lo cual se realizó la ecuación siguiente:

$$\beta = |0| + 10$$

Ecuación # 6: Angulo óptimo de inclinación del panel solar (4)

$$\beta = \text{Ángulo óptimo}$$
$$0 = \text{Latitud del sitio}$$

Reemplazando se obtiene que:

$$\beta = |-1.58| + 10$$

$$\beta = 11.58^\circ$$

De tal manera con esta respuesta se recomienda trabajar con

$$\beta = 12^\circ$$

4.10 Número de baterías

Las baterías que se van a usar son LG Chen Resu10 H de litio, para establecer la cantidad de baterías fue obligatorio considerar la capacidad del banco de baterías, la cual posee una la habilidad de conservarse 4 horas para el sistema:

$$\text{Capacidad del Banco} = \frac{P_{\text{inv-cc}}(W_p) \cdot \text{HR}}{v(\text{inv}) \cdot \text{PD}} = \frac{13800\text{W} \cdot 4}{400\text{v} \cdot 0.8} = 172.5 \text{ AH}$$

$$\# \text{ de Baterías en Serie} = \frac{v(\text{inv})}{V(\text{Batería})} = \frac{400\text{v}}{400 \text{ v}} = 1\text{v}$$

$$\# \text{ de Baterías en Paralelo} = \frac{\text{Capacidad del Banco}}{\text{Capacidad de la batería}} = \frac{172.5 \text{ AH}}{63} = 2.73 \text{ AH}$$

Tabla 17
Baterías

Baterías totales	Baterías en serie	Baterías en paralelo
3	1	3

4.10 Valor actual neto

Para realizar el cálculo del VAN para el sistema fotovoltaico, se consideró el valor de inversión del sistema junto a los gastos de mantenimiento anual, restados de los beneficios obtenidos del ahorro del costo de planilla, costo del diésel, mantenimiento preventivo del sistema actual y adicionales, con lo cual se obtiene el flujo para determinar el valor actual neto de dicho sistema. Por otra parte, para el cálculo del sistema de generación a diésel, el flujo considerado para el VAN se relaciona con los valores de inversión y con los costos de mantenimiento anual. Para ambos casos los flujos son a veinte años.

4.11.1 Costo instalación sistema fotovoltaico

Cómo se estableció en el párrafo anterior el sistema tendrá una utilidad de 20 años, mientras que las baterías un tiempo de vida útil de 10 años de tal manera que se establece el doble de sus cantidades para su instalación. Con esto se puede definir que la inversión anual será de \$66,642.00

Tabla 18
Costo de instalación

No.	Sistema fotovoltaico	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	PANELES 555 WP	316	\$115	\$36340
2	INVERSOR 6.9 KW	2	\$958	\$1916
3	BATERIAS 63 AH	6	\$2141	\$12846
4	SOPORTES	316	\$30	\$9480
5	SUMINISTROS	1	\$2500	\$2500

6	INSTALACION	1	\$3560	\$3560
TOTAL				\$66642

4.11.2 Costo operación y mantenimiento sistema fotovoltaico

Tabla 19

Costo de operación anual

No	Sistema fotovoltaico	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	LIMPIEZA Y REAJUSTE DE CONEXIONES Y SOPORTES	1	\$350	\$350
2	TERMOGRAMAS	1	\$350	\$350
3	LIMPIEZA DE PANELES	1	\$450	\$450
TOTAL				\$1150

A los \$ 66,642.00 de la instalación de los paneles solares es necesario adicionarle el mantenimiento anual que tiene un costo de \$ 1,150.00. Así mismo, este sistema trae una ventaja de ahorro de energía mensual aproximado de \$ 290.00 tomando en consideración un funcionamiento óptimo de 3 horas diarias durante 30 días del mes. Este ahorro en el año suma un total de \$ 3,480.00. Con el conocimiento de estos valores se procedió al cálculo del VAN.

Inversion		-\$66,642.00				
Periodo VAN	Costo mant	Ahorro luz	Costo Diésel	Mant. Preventivo generador		
1	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
2	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
3	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
4	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
5	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
6	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
7	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
8	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
9	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
10	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
11	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
12	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
13	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
14	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
15	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
16	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
17	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
18	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
19	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
20	-\$1,150.00	\$3,480.00	\$697.97	\$2100.00	\$5,127.97	
VAN					-\$340.46	
TASA DE DSCTO					4.57%	

El valor de la tasa de descuento se tomó en referencia a la tasa libre de riesgo del primer semestre del 2023, que se ubicó en 4.57%

4.11.3 Costo inversión sistema generación diésel

Tabla 20

Costo instalación

No	GENERACION DIÉSEL	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	GENERADOR DIÉSEL 15 KVA 12 KW	2	\$10250	\$20500
2	TABLERO DE TRANSFERENCIA	1	\$1100	\$1100
3	OBRA CIVIL	1	\$1500	\$1500
TOTAL				\$23100

El costo de instalación para un periodo de 10 años asciende a un valor de \$23.100,00 dólares.

4.11.4 Costo mantenimiento sistema generación diésel

Tabla 21

Costo de mantenimiento

No	GENERACION DIÉSEL	Cantidad	Costo unitario	COSTO TOTAL
1	MANTENIMIENTO GENERADOR	2	\$750	\$1500
2	MANTENIMIENTO A TABLEROS ELECTRICOS	2	\$150	\$300
3	TERMOGRAMAS	2	\$150	\$300
4	DIÉSEL	399	\$1.75	\$697.97
TOTAL				\$ 2,797.97

El mantenimiento del sistema de generación diésel tendrá un costo de \$2,797.97 de forma anual, que se considera junto al valor de la inversión inicial dentro del plazo establecido. Con estos valores conocidos se procedió al cálculo del VAN.

SISTEMA DIÉSEL	
Inversión	-\$23,100.00
Costos de mantenimiento 1	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 2	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 3	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 4	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 5	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 6	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 7	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 8	-\$2,797.97

Costos de mantenimiento 9	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 10	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 11	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 12	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 13	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 14	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 15	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 16	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 17	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 18	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 19	-\$2,797.97
Costos de mantenimiento 20	-\$2,797.97
VAN	-\$59,276.06

Obtenido el valor VAN de cada sistema, de acuerdo con el criterio financiero, se recomienda el uso del sistema fotovoltaico, con un VAN de -\$304.46, que es más cercano a cero, que el cálculo obtenido del sistema de generación a Diésel. Para el cálculo de ambos VAN se tomó como tasa de descuento para los flujos, la tasa libre de riesgo país para el primer semestre del 2023, al 4.57%.

4.12 Desechos peligrosos generados.

Se hace énfasis en los desechos que generan peligro, los mismos que se constituyen por el combustible usado para mantener el generador de emergencia funcionando en el centro médico, en los cuales consta el filtro de aire, filtro de combustible, filtro de aceite, aceite usado, waype y la batería que es reemplazada cada cierto tiempo para que el equipo pueda funcionar adecuadamente. Esto será expuesto en una tabla con los costos cercanos y el valor final desechado de forma anual que se determina en 2 mantenimientos preventivos, el mismo que puede ser modificado cada cierto tiempo según los requerimientos.

Tabla 22

Lista de desechos generados

No	Desechos peligrosos	Cantidad	medida	PESO (KG)	Peso total (KG)
1	Filtro de aire	2	unidad	0.5	1
2	Filtro de combustible	2	unidad	1	2
3	Filtro de aceite	2	unidad	1	2
4	Aceite usado	2	gal	3	6
5	waype	10	unidad	1	10
6	BATERIA	2	unidad	10	20
	total				41

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Referente al tema financiero y el costo-beneficio entre la implementación de sistemas fotovoltaicos y la generación diésel, se revela un margen de conveniencia en desarrollar el nuevo sistema. Donde el VAN del sistema fotovoltaico de -\$340.44 en comparación a los -\$59,276.06 del VAN del sistema a Diésel. Además del beneficio y factibilidad económica en la implementación de la nueva tecnología, se debe considerar el aporte que este sistema entregará en los aspectos ecológicos expresados como emisión de desechos, lo cual es un aporte de valor social y ambiental altamente significativo.

También se puede observar que la generación de diésel produce una gran cantidad de sobrantes de riesgo y contaminantes, los cuales son de 41 kg por año en mantenimientos preventivos, tomando en cuenta que de haber una mala disposición de los mismos pueden terminar en el mar o aguas subterráneas, teniendo como consecuencia un daño permanente a la salud del ecosistema. Con esto se puede concluir que los sistemas fotovoltaicos son los que presentan ventajas económicas significativas a lo largo del tiempo, al reducir los costos de operación y mantenimiento, disminuir la dependencia de combustibles fósiles volátiles e incrementar la eficiencia del centro médico, donde se debe considerar seriamente la inversión en sistemas fotovoltaicos como una alternativa rentable y sostenible.

Conforme al dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico de acuerdo a las necesidades energéticas existentes y futuras del centro médico es crucial garantizar una provisión de energía constante y fiable en momentos de emergencia, parámetros que fueron considerados para el diseño del sistema fotovoltaico que mejor se adapta a los requerimientos del centro médico. Se tienen presentes los principales equipos prioritarios para el funcionamiento del mismo, los cuales corresponden a una capacidad de 12.28 kW de los 27.95 kW totales de capacidad instalada en el centro sin descuidar que todos estos artefactos deben estar protegidos ante cualquier contingencia y asegurados por su alto valor, con esto se hace hincapié en que el estudio eléctrico se ajusta a la demanda actual y futura del centro médico, lo que garantiza un suministro de energía confiable incluso durante los periodos de baja irradiación solar.

En caso de que el sistema fotovoltaico sea implementado, este reemplazará al generador de emergencia, manteniendo el sistema diésel como última opción y garantizando la confiabilidad del servicio del centro médico y empleabilidad de los equipos a lo largo de cada jornada. Los resultados obtenidos muestran que con un enfoque cuidadoso en el cálculo de la capacidad necesaria y la ubicación óptima de los paneles solares puede llevar a un dimensionamiento adecuado y una utilización eficiente de los recursos de tal manera que en muy pocas ocasiones será necesario usar el sistema a diésel. En resumen, el dimensionamiento del sistema fotovoltaico proporciona una solución sostenible y eficiente para satisfacer las necesidades energéticas del centro médico, tanto en el presente como en el futuro. Esta inversión bajará las emisiones por los gases de efecto invernadero generando ahorros financieros y respaldando la atención médica ininterrumpida.

Sobre los beneficios técnicos y ambientales, el sistema fotovoltaico presenta una reducción de gases de efecto invernadero con respecto al sistema de generación diésel de 4.0161 toneladas de $\text{CO}_2\text{-E}$ considerando un funcionamiento normal del centro médico, sus desechos peligrosos generados son de 41 kg anuales, sin tener presente los análisis del tiempo de existencia de cada uno de sus componentes, los cuales deben ser dispuestos adecuadamente en cuanto termine su tiempo de vida útil.

La disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y la minimización de desechos peligrosos asociados con el uso de diésel son resultados concretos que apoyan la elección de fuentes de energía más limpias y responsables. Esta conclusión respalda la recomendación de priorizar tecnologías de generación de energía que tengan un menor impacto ambiental, que promuevan el bienestar de la sociedad y resguarden el entorno natural.

En conjunto, todas estas conclusiones respaldan firmemente la conveniencia y los beneficios de sustituir permanentemente la fuente de energía diésel por sistemas fotovoltaicos en casos de emergencias en el centro médico del Cantón Puerto López. Considerando los beneficios técnicos y ambientales de este estudio se pudo establecer que en los dos sistemas se requiere contar con un sistema económico solvente que permita adquirirlos. El sistema fotovoltaico cuenta con una gran ventaja porque en todo momento listo para suplir energía, considerando que en el sistema de generación diésel se debe esperar a que motor alcance la velocidad

suficiente para generar el voltaje requerido, tiempo que puede tomar hasta más de 1 minuto en el que los sistemas eléctricos quedan desprotegidos de la red.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda crear un programa de mantenimiento cada cierto tiempo para el sistema a ser adquirido de tal manera que este tenga un mejor rendimiento y alargue su tiempo de vida útil. Además, se considera que para lograr el correcto funcionamiento de los sistemas y prolongar su vida útil, es relevante dotar al personal responsable de conocimiento para que puedan realizar el mantenimiento y operación con la formación necesaria.

Se recomienda analizar las posibilidades de introducir programas de financiamiento preferencial o subsidios gubernamentales que fomenten la adopción de tecnologías solares porque la inversión inicial en sistemas fotovoltaicos podría ser una barrera para impedir el uso de estos sistemas. Es importante recordar que hay que acelerar la adopción de fuentes de energía más limpias y sostenibles.

La comunidad local, profesionales y empleados de los centros médicos deben ser público objetivo de las acciones de sensibilización y educación sobre las ventajas de la energía solar fotovoltaica para el medio ambiente y la sociedad. Se puede lograr un mayor compromiso con la implementación de prácticas sostenibles y la disminución de las huellas de carbono mediante la promoción de la conciencia ambiental.

Se recomienda considerar la formación de asociaciones con organismos gubernamentales, grupos no gubernamentales y empresas privadas dedicadas a apoyar la generación de energía renovable para superar los obstáculos financieros y tecnológicos. Estas asociaciones pueden proporcionar recursos, experiencia y conocimiento para el despliegue efectivo de estos sistemas.

Estas sugerencias apuntan a mejorar la viabilidad, eficiencia y sostenibilidad del uso de sistemas solares como sustituto del diésel en situaciones de emergencia. Con el objetivo de permitir una transición exitosa hacia una producción de electricidad más responsable y respetuosa con el medio ambiente, cada sugerencia aborda preocupaciones importantes que van desde la operación y el mantenimiento hasta el cabildeo de políticas y la concientización.

Como punto final se recomienda gestionar de forma anticipada la disposición pertinente de los paneles solares fotovoltaicos, dado que tienen también residuos peligrosos como el telururo de Cadmio CdTe o Perovskita a base de Plomo, y para este caso específico se están considerando 316 unidades de 29 kg cada una, lo cual suma un total de 9.164 toneladas de desechos peligrosos en total al final de su vida útil o cuando vayan sufriendo daños permanentes.

Bibliografía

- AOD Iberica . (2020). *aodiberica.com*. Obtenido de <https://aodiberica.com/energia-fotovoltaica-ventajas-desventajas/>
- Appendix O. (2015). *Genrator emissions*. Obtenido de https://plan.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/574531/Appendix-O-Greenhouse-Gas-Calculations.pdf
- Barros, V. (2014). *El cambio climatico global*. Buenos Aires: Zorzal. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=r5RFEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=el+calentamiento+global&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjlx-622pX7AhVLmYQIHdNDDM8Q6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=el%20calentamiento%20global&f=false>
- Canton Puerto López. (2023). */lugaresquever.com*. Obtenido de <https://lugaresquever.com/s?as=foto&fk=34915794663>
- Cantos, J. (2016). *Configuracion de instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=EHDICwAAQBAJ&pg=PA57&dq=Reguladores+MPPT+\(Maximum+Power+Point+Tracking\):&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj_k92unKX7AhXgZTABHa2ADO0Q6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=Reguladores%20MPPT%20\(Maximum%20Power%20Point%20Tracking\)%3A&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=EHDICwAAQBAJ&pg=PA57&dq=Reguladores+MPPT+(Maximum+Power+Point+Tracking):&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj_k92unKX7AhXgZTABHa2ADO0Q6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=Reguladores%20MPPT%20(Maximum%20Power%20Point%20Tracking)%3A&f=false)
- Climate Data. (2019). */es.climate-data.org/*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-manabi/puerto-lopez-25465/>
- Collado, E. (2022). *www.universidadviu.com*. Obtenido de <https://www.universidadviu.com/ec/actualidad/noticias/expertos-viu-dr-eduardo-collado-fernandez-energias-renovables-que-son-como>
- ecoinventos. (31 de 03 de 2022). *ecoinventos.com*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/tipos-de-paneles-solares/>
- Endef Solar solutions. (3 de 03 de 2020). *endef.com*. Obtenido de <https://endef.com/tipos-de-instalaciones-solares-fotovoltaicas-como-encontrar-la-ideal-para-mi/>
- Energía y Desarrollo sostenible. (31 de 03 de 2016). *www2.uned.es*. Obtenido de <https://www2.uned.es/biblioteca/energiarenovable3/impacto.htm>
- Flores, J., & Vélez, A. (03 de 2022). Obtenido de <file:///C:/Users/W10x64/Downloads/2477-12590-1-PB.pdf>

- Fuvida. (2018). *fuvida.org.ec*. Obtenido de <https://fuvida.org.ec/>
- Global Energy . (10 de 07 de 2020). *globalenergy.mx*. Obtenido de <https://globalenergy.mx/noticias/electricidad/energia-una-necesidad-vital-en-hospitales/>
- Global Solar Atlas. (2023). *globalsolaratlas.info*. Obtenido de <https://globalsolaratlas.info/map?c=-1.447295,-81.044083,10&s=-1.468574,-80.761185&m=site&pv=medium,0,3,100>
- Gobierno autonomo descentralizado Municipal del Cantón Puerto López. (2015). *app.sni.gob.ec*. Obtenido de https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360003300001_PDYOT_PUERTO_LOPEZ_2014_2019_14-04-2015_20-35-13.pdf
- Google Maps. (2023). *www.google.com/*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Machalilla/@-1.4758028,-80.7759906,15z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x902c1fa714a349c3:0xef38779159b33f46!8m2!3d-1.4760749!4d-80.7643952!16s%2Fm%2F05mx4zh>
- Google Maps. (2023). *goo.gl/*. Obtenido de <https://goo.gl/maps/AjnD9uqAJZwXjApN9>
- Greentech. (2022). *www.greentechrenewables.com*. Obtenido de <https://www.greentechrenewables.com/article/sistemas-hibridos-ac-o-dc>
- Grupoturelectric. (05 de 09 de 2019). *grupoturelectric.com*. Obtenido de <https://grupoturelectric.com/tipos-de-instalaciones-fotovoltaicas-cual-es-la-mas-recomendable-para-tu-empresa/>
- Informe de sustento electrificación rural. (Febrero de 2022). *www.controlrecursosyenergia.gob.ec*. Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03/18.-02.-22-Informe-de-Sustento-Regulacion-Electrificacion-Rural-Firmado-Grupo-y-DIrector.pdf>
- La energía solar. (2019). *laenergiasolar.org/*. Obtenido de <https://laenergiasolar.org/placa-solar/panel-solar-amorfo/>
- La Hora. (12 de 10 de 2021). *www.lahora.com.ec/*. Obtenido de <https://www.lahora.com.ec/pais/solar-fotovoltaica-inversion-ecuador/>
- Llano, W., & Monta, S. (2016). *repositorio.utc.edu.ec*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3668/1/T-UTC-000023.pdf>

- Marqu ez, M., & Angulo, R. (2023). Emisión de CO2 por la generación de electricidad en el Ecuador durante el período 2012-2022. 3(2), 169-178. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.7699286>
- Mascarós, V. (2015). *Instalaciones generadores fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=cxF6BgAAQBAJ&pg=PA125&dq=baterias+del+sistema+fotovoltaico&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjM6IH6nKX7AhUtSDABHdf-DvkQ6AF6BAgEEAI#v=onepage&q=baterias%20del%20sistema%20fotovoltaico&f=false>
- Nasa. (2023). *Data Access Viewer*. Obtenido de Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer/>
- OMS Y UNICEF. (2018). *Marco operacional para la atención primaria de la salud*. New York: Yat communication. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=FMZqEAAAQBAJ&pg=PA38&dq=energia+electrica++en+centros+medicos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiRtvy895_7AhX5QjABHfRXBk8Q6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=energia%20electronica%20en%20centros%20medicos&f=false
- ONU. (2019). *www.un.org*. Obtenido de <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Padrón, F. (2014). *repository.upb.edu.co*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1536/MANUAL%20DE%20B%20C3%29ASQUEDA%20R%20C3%28IPIDA%20PARA%20BATER%20C3%28DAS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pareja, M. (2016). *Energía solar fotovoltaica*. Barcelona: Marcombo. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=XkxOEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=energia+renovable&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwvjv9Nqdk6X7AhX2RjABHdUBCykQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q&f=false>
- Pareja, M. (2016). *Energía solar fotovoltaica*. Barcelona : Marcombo S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=XkxOEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=energia+solar&hl=es->

419&sa=X&ved=2ahUKEwis3uiY25X7AhU6TDABHW2pADIQ6AF6BAgQEAI
#v=onepage&q=energia%20solar&f=false

- Pereira, M. (2015). RELACIÓN ENTRE ENERGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO ECONÓMICO A PARTIR DEL ANÁLISIS JURÍDICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA. *SABER, CIENCIA Y Libertad*, 36. Obtenido de file:///C:/Users/W10x64/Downloads/Dialnet-RelacionEntreEnergiaMedioAmbienteYDesarrolloEconom-5329119.pdf
- Plan.sa. (2015). *Appendix O Greenhouse Gas Calculations*. Obtenido de https://plan.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/574531/Appendix-O-Greenhouse-Gas-Calculations.pdf
- Puentestar, J. (2019). */www.dspace.uce.edu.ec*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17988/1/T-UCE-0010-FIL-306.pdf>
- Puerto López. (2023). */www.cuandovisitar.com.ec*. Obtenido de <https://www.cuandovisitar.com.ec/ecuador/puerto-lopez-1187946/>
- Ricaurte, P. (2015). *repositorio.usfq.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4170/1/113692.pdf>
- Ritchie et al. (2020). *ourworldindata.org*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/renewable-energy>
- Rodríguez, M. (2018). */LAENERGAFOTOVOLTAICAENLAPROVINCIADEMANAB%20(2).pdf*. Obtenido de file:///C:/Users/W10x64/Downloads/LAENERGAFOTOVOLTAICAENLAPROVINCIADEMANAB%20(2).pdf
- Rodríguez, M., & Vázquez, A. (2018). Obtenido de file:///C:/Users/W10x64/Downloads/LAENERGAFOTOVOLTAICAENLAPROVINCIADEMANAB%20(2).pdf
- Torres, A. (2016). *repository.unilibre.edu.co/*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10443/Tesis%20%20Evaluacion%20Fotovoltaica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trashorras, J. (2015). *Subestaciones electricas*. Madrid: Paraninfo S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=OhKyBgAAQBAJ&printsec=frontcover&q=la+energia+electricas&hl=es->

419&sa=X&ved=2ahUKEwitr7Sa2ZX7AhUPRDABHayLCsMQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=la%20energia%20electronica&f=false

Trashorras, J. (2021). *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas*.

Madrid: Paraninfo. Obtenido de

<https://books.google.com.ec/books?id=ZKIIIEAAAQBAJ&pg=PA139&dq=Reguladores+PWM&hl=es->

419&sa=X&ved=2ahUKEwik0cDLm6X7AhVHRjABHTw6CosQ6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=Reguladores%20PWM&f=false

twenergy. (26 de 11 de 2019). *twenergy.com*. Obtenido de

<https://twenergy.com/energia/que-es-la-energia-primaria-1792/>

yubasolar. (23 de 03 de 2015). *www.yubasolar.net*. Obtenido de

<http://www.yubasolar.net/2015/03/el-efecto-fotovoltaico.html>

Zarco, J. (2018). *www.pv-magazine-mexico.com*. Obtenido de [https://www.pv-magazine-](https://www.pv-magazine-mexico.com/2018/10/19/el-panel-solar-y-los-aerogeneradores-en-los-sistemas-de-salud/)

salud/