

**ESTUDIO PARA LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA
CORPORACIÓN MARESA CENTER PARA REDUCIR EL CONSUMO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE LA RED PÚBLICA**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**ESTUDIO PARA LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA
CORPORACIÓN MARESA CENTER PARA REDUCIR EL CONSUMO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE LA RED PÚBLICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: ERIK ALFONSO CEDEÑO GARCÍA

TUTOR: ROGELIO ALFREDO ORIZONDO MARTÍNEZ

Quito -Ecuador

2023

Erik Alfonso Cedeño García

ESTUDIO PARA LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA CORPORACIÓN MARESA CENTER PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE LA RED PÚBLICA

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2023

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Breve reseña histórica e información de contacto.



Erik Alfonso Cedeño García (Y'1989 – M'03). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Alfonso del Hierro "La Salle" de la ciudad de Quito. Egresado en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en determinar el estado actual de la infraestructura eléctrica en las instalaciones de Corporación MARESA Center con el objetivo de ver si estas son aptas para la colocación de paneles solares para así reducir el consumo de energía y el monto en la factura eléctrica proveniente de la red pública. ecedeno@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Rogelio Alfredo Orizondo Martínez (Y'1972 – M'1). Nació en Caracas, Venezuela. Recibió su título en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Simón Bolívar en 1999 y el MSc. en la Universidad Simón Bolívar en 2006. Actualmente es docente en la Universidad Politécnica Salesiana. Sus áreas de investigación incluyen electrónica de potencia, especialmente FACTS, sistemas de puesta a tierra y protección catódica. rorizondo@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2023 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO - ECUADOR

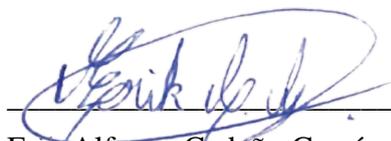
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Erik Alfonso Cedeño García con documento de identificación No. 1311619462 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de septiembre del año 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erik Alfonso Cedeño García', is written over a horizontal line.

Erik Alfonso Cedeño García

1311619462

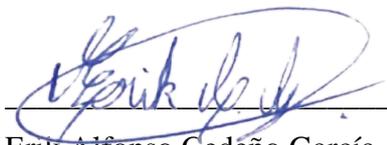
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Erik Alfonso Cedeño García con documento de identificación No. 1311619462, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Estudio para la colocación de paneles solares en la Corporación MARESA Center para reducir el consumo de energía eléctrica proveniente de la red pública”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de septiembre del año 2023

Atentamente



Erik Alfonso Cedeño García

1311619462

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rogelio Alfredo Orizondo Martínez con documento de identificación No.1757424195, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO PARA LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA CORPORACIÓN MARESA CENTER PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE RED PÚBLICA, realizado por Rogelio Alfredo Orizondo Martínez con documento de identificación No. 1757424195, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Ing. Rogelio Alfredo Orizondo Martínez, MSc.
1757424195

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	2
2	Marco teórico.....	2
2.1	Energía Renovable	2
2.2	Energía Solar.....	2
2.3	Panel Solar.....	3
3	Beneficios de instalar paneles solares en una propiedad	3
3.1	Menos costos en las facturas eléctricas	3
3.2	Ayuda al medio ambiente	3
3.3	Aumenta el valor del inmueble	3
3.3.1	El impacto de los paneles solares en el valor de la propiedad	3
4	Criterios de dimensionamiento de un sistema fotovoltaico interconectado a la red	4
4.1	Factores por considerar al elegir una ubicación para la colocación de paneles solares.....	4
4.2	Pasos para determinar la ubicación óptima de los paneles solares	4
4.3	Mejores prácticas para la instalación y mantenimiento de paneles solares ...	5
4.4	Insolación Solar en el Ecuador	6
4.5	Hora de amanecer y atardecer en Ecuador	6
5	Diseño	7
5.1	Ubicación para la colocación de paneles solares.....	7
5.2	Cálculo de módulos	7
5.3	Energía consumida total por las instalaciones de la Corporación MARESA Center.....	7
5.4	Energía generada por los módulos cada mes	8
5.5	Inversión y Ahorro.....	10
6	Configuración del software HOMER Pro para la simulación.....	11
7	Resultados de la simulación	12
8	Conclusiones.....	13
9	Referencias.....	14
10	Anexos.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Superficie del edificio central de las instalaciones de Corporación MARESA Center.....	7
Figura 2 Energía producida por los módulos a diario por el mes de enero.....	8
Figura 3 Energía producida por los módulos a diario por el mes de febrero.....	8
Figura 4 Energía producida por los módulos a diario por el mes de marzo.....	9
Figura 5 Energía producida por los módulos a diario por el mes de abril.....	9
Figura 6 Energía producida por los módulos a diario por el mes de mayo.....	9
Figura 7 Energía producida por los módulos a diario por el mes de junio.....	9
Figura 8 Energía producida por los módulos a diario por el mes de julio.....	9
Figura 9 Energía producida por los módulos a diario por el mes de agosto.....	9
Figura 10 Energía producida por los módulos a diario por el mes de septiembre.....	9
Figura 11 Energía producida por los módulos a diario por el mes de octubre.....	9
Figura 12 Energía producida por los módulos a diario por el mes de noviembre.....	10
Figura 13 Energía producida por los módulos a diario por el mes de diciembre.....	10
Figura 14 Demanda diaria de días laborables vs fines de semana.....	12
Figura 15 Análisis económico.....	12
Figura 16 Flujo de efectivo.....	12
Figura 17 Producción vs Consumo.....	12
Figura 18 Potencia generado por los paneles solares.....	12
Figura 19 Intercambio de energía con la red publica.....	12
Figura 20 Inversor.....	13
Figura 21 Fuentes de Potencia.....	13
Figura 22 Carga horaria por mes.....	13
Figura 23 Generación fotovoltaica horaria por mes.....	13
Figura 24 Generación de la red pública horaria por mes.....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de Insolación Solar para cada mes en el Ecuador.....	6
Tabla 2 Datos de la hora solar en el Ecuador año 2022.....	6
Tabla 3 Consumo mensual de energía primer y segundo piso.....	7
Tabla 4 Consumo mensual de energía tercer y cuarto piso.....	7
Tabla 5 Consumo mensual de energía quinto piso.....	7
Tabla 6 Consumo mensual de energía servicios generales y showroom.....	8
Tabla 7 Consumo mensual total de todos los departamentos.....	8
Tabla 8 Pronostico de la energía total procedente de los paneles solares.....	10
Tabla 9 Costo total de la inversión inicial.....	10
Tabla 10 Consumo mensual de energía.....	10

ESTUDIO PARA LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA CORPORACIÓN MARESA CENTER PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE LA RED PÚBLICA

Resumen

En el presente documento se lleva a la práctica un sistema fotovoltaico para la generación de energía solar conectado a la red pública en las instalaciones de la Corporación MARESA Center y así poder reducir al menos un 50% el costo de la planilla mensual de energía eléctrica proveniente de la red pública. En el diseño se consideran varios puntos como lo son la ubicación para la colocación de los paneles solares, el cálculo de módulos a utilizar, la energía consumida total por las instalaciones de la Corporación MARESA Center, lo cual se lo realizó mediante la obtención de datos por un analizador de red Fluke 435, la energía generada por los módulos cada mes, así como el ahorro proyectado para las instalaciones y el costo de la inversión inicial, para comprobar los valores de proyección en dicho diseño se realizó a simular el sistema fotovoltaico conectado a la red pública mediante un software denominado HOMER Pro, el cual ayuda a simular sistemas de red aislados o interconectados, permitiendo el análisis técnico económico y multicriterio de estos sistemas.

Palabras Clave: Energía renovable, radiación, panel solar, software HOMER Pro, simulación.

Abstract

In this document, a photovoltaic system for the generation of solar energy connected to the public network is put into practice in the facilities of the MARESA Center Corporation and thus be able to reduce at least the 50% off the monthly bill of electrical energy from the public grid. In the design, several points are considered, such as the location for the placement of the solar panels, the calculation of the modules to be used, the total energy consumed by the MARESA Center Corporation facilities, which was done by obtaining data from a Fluke 435 grid analyzer, the energy generated by the modules each month, as well as the projected savings for the facilities and the cost of the initial investment, to verify the projection values in said design, a simulation of the photovoltaic system connected to the public grid was carried out. through a software called HOMER Pro, which helped to simulate isolated or interconnected network systems, allowing technical economic and multicriteria analysis of these systems.

Keywords: Renewable energy, radiation, solar panel, HOMER Pro software, simulation.

1 Introducción

Como fuente de energía limpia, segura y sostenible, la energía solar esta ganado popularidad. La luz se puede convertir en energía eléctrica mediante paneles solares, que están formados por grupos de células, lo que permite producir electricidad, calentar agua y aire, y alimentar diversos electrodomésticos. Uno de los principales beneficios de la energía solar incluye el hecho de que es una fuente de energía limpia que no produce gases de efecto invernadero ni otros contaminantes, lo que reduce significativamente la huella de carbono. Para las naciones como Ecuador que buscan disminuir su impacto ambiental, esto lo convierte en una excelente opción. (Sopelia, 2016)

Ecuador está ubicado en un área con alta insolación solar, lo que lo convierte en un excelente lugar para la obtención de energía solar. A pesar de esto, la expansión de la energía solar fotovoltaica en el Ecuador aún se encuentra en sus primeras etapas. Sin embargo, el país cuenta con un gran potencial fotovoltaico y alta radiación solar, que pueden ser utilizados para producir energía sostenible y limpia. Para implementar la energía solar en Ecuador, el gobierno debe tener políticas de apoyo, y debe haber infraestructura adecuada y oportunidades de inversión. Con las políticas e inversiones adecuadas, Ecuador puede aprovechar su ubicación y recursos para convertirse en líder en energía solar. (CELEC, 2016)

2 Marco teórico

A partir de este momento, se comenzará a comprender más sobre todos los términos y conceptos que rodean el mercado solar fotovoltaico.

2.1 Energía Renovable

Los recursos naturales inagotables se utilizan para producir energía renovable o se regeneran de forma constante en un corto período de tiempo. Las energías renovables

brindan una alternativa sostenible y limpia para satisfacer nuestras necesidades energéticas, a diferencia de los combustibles fósiles, cuya extracción y uso tienen un efecto adverso en el medio ambiente.

2.2 Energía Solar

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía práctica y sostenible que se puede aplicar tanto en entornos domésticos como comerciales. La energía solar es una fuente de energía renovable que tiene el potencial de crear puestos de trabajo en el sector energías renovables [1], [2]. Además, la energía solar puede operar con una eficiencia similar tanto a pequeña como a gran escala, es una excelente opción tanto para uso residencial como comercial [2]. Además, la energía solar es capaz de proporcionar energía limpia a hogares y negocios, reduciendo los efectos ambientales negativos causados por la combustión de combustibles fósiles [1]. Los paneles solares absorben la luz solar y generan calor, que luego se convierte en electricidad, la misma que será conducida a cualquier dispositivo o electrodoméstico [3], [1]. El cambio a la energía solar puede ayudar a los consumidores a ahorrar una cantidad considerable en las facturas mensuales de energía mientras reducen su huella de carbono [3], [1].

Además de ser respetuosos con el medio ambiente, los paneles solares están fabricados con materiales reciclables como el vidrio, el metal y el silicio. Sin embargo, la falta de infraestructura adecuada impide el reciclaje a gran escala de paneles solares [3]. Sin embargo, la energía solar compensa las emisiones dentro de los cuatro años de uso, así como la huella de carbono de la producción [3]. El desarrollo tanto de la energía solar concentrada como de la energía solar fotovoltaica continúa satisfaciendo nuestras necesidades energéticas [4]. La energía solar juega un papel importante en el logro de soluciones energéticas para el desarrollo sostenible, cubriendo las necesidades energéticas, creando oportunidades de trabajo

y mejorando la protección del medio ambiente [4]. Por lo tanto, el gran aforo instalado de aplicaciones de energía solar en todo el planeta respalda al sector energético y satisface el mercado laboral para lograr un desarrollo suficiente [4]. La tecnología de energía solar ofrece una visión del desarrollo futuro en el sector energético [4].

2.3 Panel Solar

La celda solar, que normalmente está hecha de silicio, un material semiconductor muy utilizado en la industria fotovoltaica es la parte principal de un panel solar. Los electrones excitados del material semiconductor en la superficie de la celda solar producen una corriente eléctrica cuando los fotones de la luz solar la golpean. Las celdas solares se conectan entre sí y se encapsulan en un material protector, como vidrio templado, para formar un panel solar. Los paneles solares están diseñados para ser duraderos y resistir las condiciones ambientales adversas, como la radiación solar, la lluvia y el viento [13].

3 Beneficios de instalar paneles solares en una propiedad

Algunos beneficios de situar paneles solares en las propiedades son los siguientes:

3.1 Menos costos en las facturas eléctricas

Es muy económico el uso de energía solar y puede ahorrar mucho en la factura eléctrica. La llamada energía verde puede combinarse con el uso de la energía eléctrica tradicional, o incluso sustituirla por completo. Hay que tener en cuenta que actualmente la vida útil de los paneles solares ronda los 30 años, lo que podría suponer un importante ahorro para el inmueble a largo plazo. [27].

3.2 Ayuda al medio ambiente

Es una forma de energía más limpia y ecológica porque no utiliza ningún

combustible para obtener electricidad ordinaria, por lo que reduce las emisiones de CO₂. También ofrece la oportunidad de independencia energética, permitiendo que la propiedad opere independientemente de una compañía [21].

3.3 Aumenta el valor del inmueble

El valor de mercado de una propiedad que puede generar su propia electricidad es mayor. Una venta posterior será mucho más rentable.

3.3.1 El impacto de los paneles solares en el valor de la propiedad

Se ha demostrado que la instalación de paneles solares en una propiedad aumenta su valor total. Los compradores ven los paneles solares como un incentivo de propiedad adicional e incluso como un desencadenante potencial para la acción [22]. Estudios han confirmado que la presencia de instalaciones solares puede aumentar el valor de reventa de una vivienda hasta en \$5.911 [23]. Sin embargo, la magnitud del aumento de valor depende de varios factores [24]. En algunos casos, el valor de una vivienda con paneles solares puede aumentar entre un 3% y un 4% [25]. Estos hallazgos resaltan el impacto positivo que los paneles solares pueden tener en el valor de la propiedad, lo que los convierte en una inversión atractiva para los propietarios [22]. La presencia de paneles solares también aumenta el atractivo de una propiedad para los compradores potenciales. Los paneles solares se ven como una atracción adicional que puede diferenciar una propiedad de otras en el mercado [26]. Además de los beneficios ambientales, la instalación de paneles solares ofrece a los compradores potenciales la oportunidad de ahorrar en sus facturas de energía [27]. Este puede ser un argumento de venta convincente para los propietarios que buscan atraer compradores [22]. Además, la presencia de paneles solares a menudo se ve como un signo de un hogar

bien mantenido y energéticamente eficiente, lo que puede aumentar aún más su atractivo [28]. No obstante, la instalación de paneles solares puede suponer un desembolso económico considerable, el potencial de ahorro de energía a largo plazo puede hacer que valga la pena tomar una decisión para los propietarios de viviendas. Al generar su propia electricidad, los propietarios de viviendas pueden reducir su dependencia de la red y reducir sus facturas mensuales de energía [28]. Además, el costo de los módulos solares se ha vuelto más asequible en los últimos años, lo que los convierte en una opción económicamente viable para muchos propietarios [29]. La creciente demanda de viviendas con paneles solares también ha llevado a que los compradores potenciales estén dispuestos a pagar una prima por propiedades equipadas con paneles fotovoltaicos [30]. En general, la presencia de paneles solares puede mejorar significativamente el valor de una propiedad al tiempo que proporciona ahorros de energía continuos para los propietarios.

4 Criterios de dimensionamiento de un sistema fotovoltaico interconectado a la red

Además de su mantenimiento, se tienen en cuenta algunos factores a la hora de elegir la mejor ubicación para los paneles solares.

4.1 Factores por considerar al elegir una ubicación para la colocación de paneles solares

La cantidad de luz solar recibida es una de las consideraciones más importantes al elegir una ubicación para la instalación de paneles solares. La cantidad de radiación solar recibida varía según la latitud de la ubicación, las áreas más cercanas al Ecuador reciben mucha más radiación solar que las más cercanas a los polos [1]. Ecuador, por ejemplo, por su ubicación geográfica, recibe luz solar directa, y los índices de radiación solar superan los límites establecidos [2]. La

constante solar, que mide la cantidad de radiación recibida en una unidad de área por unidad de tiempo, es un indicador crucial de cuánta energía solar recibe un lugar [3]. Por ello, a la hora de seleccionar un lugar para la instalación de paneles solares, es imprescindible tener en cuenta la radiación solar. La sombra y las obstrucciones son factores importantes a tener en cuenta al elegir una ubicación para la instalación de paneles solares. El rendimiento de los paneles solares puede verse afectado significativamente por la sombra, lo que reduce su capacidad para producir energía. [4]. Por lo tanto, es esencial elegir un lugar que esté libre de sombras y obstrucciones, como árboles o edificios, que puedan bloquear los rayos del sol. Adicionalmente, las restricciones urbanas pueden afectar el acceso a la radiación solar en los edificios, siendo necesario evaluar la disponibilidad de radiación solar en un lugar determinado [5].

El ángulo y la orientación del techo o la superficie que servirá como plataforma de los paneles solares también es un factor crucial para considerar. El ángulo y la orientación óptimos de los paneles solares dependen de la latitud del lugar y la época del año [6]. El ángulo de acimut, que se refiere a la posición de los paneles solares con respecto al sur verdadero, debe evaluarse para ubicar los paneles solares en la orientación correcta [7]. Idealmente, los paneles solares deben estar orientados perpendicularmente a los rayos del sol, lo que significa que, en el hemisferio norte, tienen que mirar al sur, y en el sur, al norte. [8]. Al considerar el ángulo y la orientación del techo o la superficie, los paneles solares se pueden colocar en una posición óptima para absorber la máxima cantidad de luz solar [9], [10].

4.2 Pasos para determinar la ubicación óptima de los paneles solares

Para determinar la ubicación óptima de los paneles solares, es necesario realizar una evaluación del sitio. Se debe analizar la

cantidad de emisión solar que recibe el lugar en cuestión, ya que esto es fundamental para determinar la capacidad de producción de energía solar. Por ejemplo, se realizó un estudio sobre la radiación solar en la provincia de Loja en Ecuador utilizando el método de Hottel, que proporciona una idea más precisa de la cantidad de radiación solar que se puede anticipar en un lugar específico [11]. También se ha encontrado que la correlación entre la radiación solar, la temperatura y la humedad relativa es fuerte estadísticamente [12]. Por lo tanto, es importante tener en cuenta estos factores antes de instalar paneles solares.

Una vez que se ha evaluado el sitio, es necesario analizar las necesidades de consumo y producción de energía. Esto permitirá identificar cuántos paneles solares se requieren para satisfacer las necesidades energéticas de un edificio o una casa [13]. Además, se debe tener en cuenta la capacidad de almacenamiento de energía, ya que esto permitirá utilizar la energía generada durante el día en momentos en que no hay suficiente radiación solar. Para ello, se puede utilizar baterías solares que puedan acumular la energía generada durante el día para su uso posterior.

Finalmente, se debe crear un plan de diseño que tenga en cuenta todos los factores mencionados anteriormente. En Ecuador, por ejemplo, se ha realizado una evaluación técnica de la instalación de energía solar para la generación de electricidad de la provincia del Azuay [14]. Además, se han presentado planes para sistemas de energía solar fotovoltaica en Bogotá [15]. Es importante tener en cuenta que el diseño de los paneles solares requerirá tanto de la cantidad de radiación solar como de la demanda diaria de energía [16]. En conclusión, para establecer la ubicación óptima de los paneles solares, es necesario realizar una evaluación del sitio, analizar las necesidades de consumo y producción de energía, y crear un plan de diseño que tenga en cuenta todos los factores relevantes.

4.3 Mejores prácticas para la instalación y mantenimiento de paneles solares

La instalación adecuada de paneles solares es esencial para garantizar su eficiencia energética y prolongar su vida útil. En Ecuador, la ubicación y el número requerido de paneles están determinados por un estudio de viabilidad técnica [17]. Es importante elegir la ubicación adecuada para maximizar la exposición a la radiación solar en el Ecuador, que es conocida por recibir altos niveles de radiación solar [18]. La instalación debe realizarse por profesionales capacitados para asegurarse que el sistema es eficaz y seguro.

Para mantener la eficiencia energética de los paneles solares, es necesario realizar una limpieza y mantenimiento regulares [19]. La acumulación de polvo, suciedad y otros contaminantes puede disminuir la cantidad de radiación solar que llega a los paneles, lo que repercute en la cantidad de energía que se produce [12]. La limpieza se puede realizar con agua y detergente suave, y se recomienda llevarla a cabo periódicamente [18], [19]. Además, es importante realizar un mantenimiento regular para garantizar que los paneles estén funcionando correctamente y detectar cualquier problema a tiempo [15].

El monitoreo de la producción y la eficiencia energética de los paneles solares es esencial para garantizar su funcionamiento óptimo. Se deben realizar mediciones regulares de la producción de energía para detectar cualquier problema o disminución en la eficiencia [18], [14]. Además, es importante monitorear la eficiencia energética del sistema en general para identificar áreas de mejora y optimizar el rendimiento [18]. Las empresas de instalación y monitoreo de paneles solares con una fuerte presencia en Ecuador pueden ayudar a garantizar la eficiencia energética y el máximo rendimiento del sistema [17], [19]. Se debe realizar un mantenimiento e inspecciones regulares de los sistemas de energía solar para garantizar que los componentes funcionen de la mejor manera

[17]. Además, el cableado y las conexiones deben revisarse para detectar cualquier signo de daño o corrosión [18]. El cableado correctamente instalado y conectado de forma segura es necesario para garantizar que la energía producida se canalice de manera eficiente a los lugares correctos [19]. El inversor también debe revisarse regularmente para detectar signos de deterioro.

4.4 Insolación Solar en el Ecuador

Con respecto a la energía fotovoltaica, el gobierno del Ecuador consideró que sería conveniente ir un poco más allá con este tipo de generación de energía, por lo que ha implementado el proyecto “Atlas Solar del Ecuador con fines de generación de energía” [20], se encuentra disponible un mapa que muestra la insolación difusa, directa y global. Los niveles de insolación para cada mes del año se muestran en la tabla 1. A partir de estos datos podemos determinar cuánta radiación incide sobre la superficie terrestre, conocimiento necesario para los proyectos de generación de energía solar fotovoltaica.

Tabla 1 Datos de Insolación Solar para cada mes en el Ecuador

Insolación en el Ecuador Wh/m ² /día			
	Mínima	Máxima	Promedio
Enero	3089	5523	4411,18
Febrero	3315	5817	4480,31
Marzo	3572	5855	4655,19
Abril	3188	5421	4360,20
Mayo	3288	5213	4276,06
Junio	3107	5474	4140,23
Julio	3216	5842	4308,48
Agosto	3117	6254	4624,62
Septiembre	3835	6492	4974,44
Octubre	3748	6323	4888,34
Noviembre	4059	6484	4943,48
Diciembre	3537	6089	4837,51

En la sierra ecuatoriana, que incluye ciudades como Quito y Cuenca, la radiación solar puede ser ligeramente más baja debido a la mayor altitud y a la presencia de nubes y neblina en ciertos períodos del año. Aun así, la radiación solar sigue siendo significativa y puede llegar a alrededor de 4,57 kWh/m²/día. En la región amazónica de Ecuador, la

radiación solar puede estar parcialmente bloqueada por la densa vegetación y las frecuentes lluvias. Sin embargo, durante los períodos de tiempo despejado, la radiación solar también puede ser alta, alcanzando valores similares a los de la costa. La radiación solar en Ecuador es aprovechada para la generación de energía solar, tanto a nivel residencial como a gran escala. El país tiene un gran potencial para el uso de la energía solar y se han implementado proyectos de energía solar fotovoltaica en varias áreas. La posición relativa del sol, las estaciones y las condiciones climáticas particulares juegan un papel en la cantidad de radiación solar presente en diferentes épocas del año.

4.5 Hora de amanecer y atardecer en Ecuador

El amanecer y el atardecer en Ecuador no varían significativamente a lo largo del año. La razón es la proximidad al ecuador. Entonces, el sol se mueve hacia el norte a mediados del año y hacia el sur al final del año, pero no demasiado lejos. En cambio, en países como Canadá o Noruega, las diferencias son mucho más extremas.

Tabla 2 Datos de la hora solar en el Ecuador año 2022

Horario solar en el Ecuador año 2022			
	Salida de sol (am)	Puesta de sol (pm)	Duración Hora Sol
Enero	06:09:55	06:23:32	12:13:37
Febrero	06:20:38	06:32:11	12:11:33
Marzo	06:20:30	06:29:13	12:08:43
Abril	06:13:33	06:19:06	12:05:33
Mayo	06:08:14	06:11:13	12:02:59
Junio	06:10:04	06:11:23	12:01:19
Julio	06:16:14	06:17:22	12:01:08
Agosto	06:17:48	06:20:14	12:02:26
Septiembre	06:10:01	06:14:51	12:04:50
Octubre	05:58:13	06:05:58	12:07:45
Noviembre	05:50:50	06:01:45	12:10:55
Diciembre	05:55:27	06:08:44	12:13:17

Como observamos en la tabla 2 el mes con el día más corto de sol fue julio apenas con 11 segundos menos que el mes de junio, y el mes el día más largo de sol fue enero con apenas 20 segundos más que diciembre.

5 Diseño

Cálculos y constataciones para las instalaciones de la Corporación MARESA Center con energía solar.

5.1 Ubicación para la fijación de paneles solares

Las instalaciones de Corporación MARESA Center cuenta con un área muy grande ubicada en la terraza del edificio principal la figura 1 representa esta región que tiene una superficie de 477,15 m² lo que permitiría colocar paneles solares.



Figura 1 Superficie del edificio central de las instalaciones de Corporación MARESA Center

5.2 Cálculo de módulos

El panel solar que vamos a utilizar tiene las siguientes dimensiones 1.956 m largo y 0.992 m ancho lo que nos da un área total de 1.94 m² esto lo podemos dividir para el área de la terraza disminuida en un 20% por el espacio entre los paneles y circulación peatonal, como se observa a continuación:

$$\begin{aligned} \text{No. de paneles} &= \frac{381,72 \text{ m}^2}{1,94 \text{ m}^2} \\ &= 197 \text{ paneles (1)} \end{aligned}$$

La terraza del edificio principal de las instalaciones de Corporación MARESA Center pueden albergar 197 paneles solares como se observa en la ecuación 1.

5.3 Energía consumida total por las instalaciones de la Corporación MARESA Center

Se realizó el levantamiento de la energía consumida mensual, por todo el año 2022 de todos los departamentos como se indica en las siguientes tablas:

Tabla 3 Consumo mensual de energía primer y segundo piso

Energía Consumida [kWh]		
	1 ^{er} Piso	2 ^{do} Piso
Enero	2642	1255
Febrero	2509	1577
Marzo	2653	1909
Abril	2563	1855
Mayo	2605	1926
Junio	2665	1918
Julio	2253	1729
Agosto	2712	1994
Septiembre	2599	1945
Octubre	2535	2086
Noviembre	2690	2275
Diciembre	2842	1943

Tabla 4 Consumo mensual de energía tercer y cuarto piso

Energía Consumida [kWh]		
	3 ^{er} Piso	4 ^{to} Piso
Enero	205	3366
Febrero	201	3218
Marzo	232	3488
Abril	185	3132
Mayo	187	2961
Junio	187	3351
Julio	128	3052
Agosto	217	3385
Septiembre	293	3171
Octubre	503	3480
Noviembre	526	3503
Diciembre	625	3050

Tabla 5 Consumo mensual de energía quinto piso

Energía Consumida [kWh]				
5 ^{to} Piso				
	08:00 a 18:00	18:00 a 22:00	22:00 a 08:00	Total
Enero	4181,52	1377,16	3033,57	8592,25
Febrero	3686,87	1271,02	2930,74	7888,63

Marzo	3787,64	1237,90	2752,31	7777,85
Abril	4846,58	1475,66	3244,09	9566,33
Mayo	4191,31	1322,41	2906,73	8420,45
Junio	4127,57	1272,46	2805,55	8205,58
Julio	3806,86	1190,42	2747,92	7745,20
Agosto	3894,31	1210,59	2562,92	7667,82
Septiembre	3961,76	1190,81	2479,34	6441,10
Octubre	3708,56	1096,05	2242,34	7046,95
Noviembre	4046,62	1248,26	2676,88	7971,76
Diciembre	4282,17	1330,41	2862,83	8475,41

Tabla 6 Consumo mensual de energía servicios generales y showroom

Energía Consumida [kWh]		
	Servicios Generales	Showroom
Enero	1163	1014
Febrero	1061	928
Marzo	1185	1067
Abril	1212	995
Mayo	1700	966
Junio	1308	1005
Julio	1208	847
Agosto	1337	938
Septiembre	1261	939
Octubre	1364	1074
Noviembre	1358	1080
Diciembre	1289	625

Tabla 7 Consumo mensual total de todos los departamentos

Energía Consumida [kWh]	
	Total, de todos los departamentos
Enero	18237,25
Febrero	17382,63
Marzo	18311,85
Abril	19508,33
Mayo	18765,45
Junio	18639,58
Julio	16962,20
Agosto	18250,82
Septiembre	16649,10
Octubre	18088,95
Noviembre	19403,76
Diciembre	18849,41

El consumo promedio energético típico de las instalaciones de la Corporación MARESA Center medido por la red pública es de

18254,1108 kWh como se indica en la tabla 7 y el monto promedio del kWh es de \$0,088.

5.4 Energía generada por los módulos cada mes

Para realizar la simulación en este punto usamos la siguiente fórmula:

$$E_p = P_p * r * HS \quad (2)$$

Donde:

E_p : Energía producida por el modulo [Wh]

P_p : Potencia pico [W]

r : Eficiencia del módulo [%]

HS : Horas de Sol [h]

Utilizando la tabla 2 y aplicando la ecuación 2 nos da como resultado las siguientes gráficas:

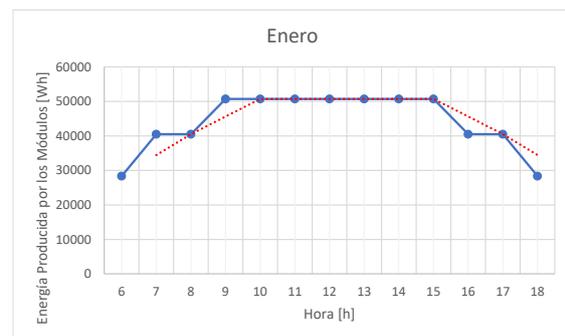


Figura 2 Energía producida por los módulos a diario por el mes de enero

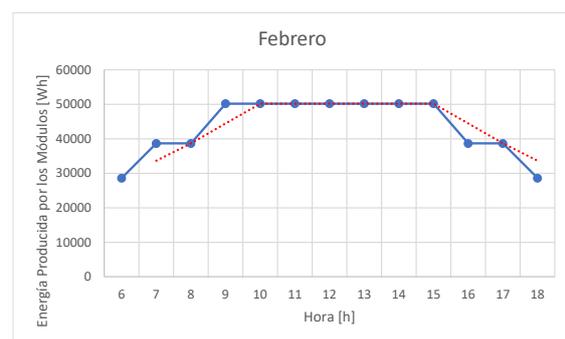


Figura 3 Energía producida por los módulos a diario por el mes de febrero



Figura 4 Energía producida por los módulos a diario por el mes de marzo

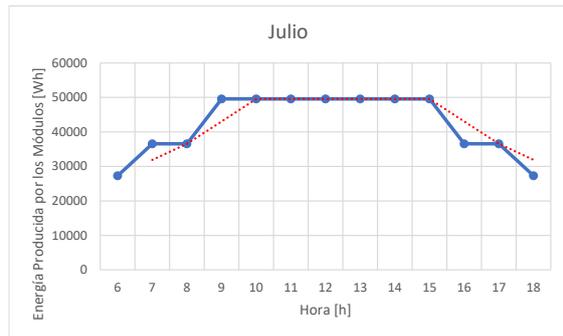


Figura 8 Energía producida por los módulos a diario por el mes de julio

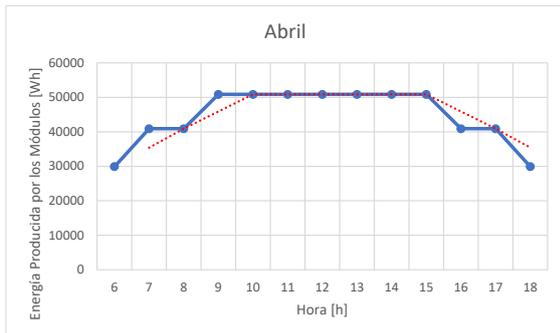


Figura 5 Energía producida por los módulos a diario por el mes de abril

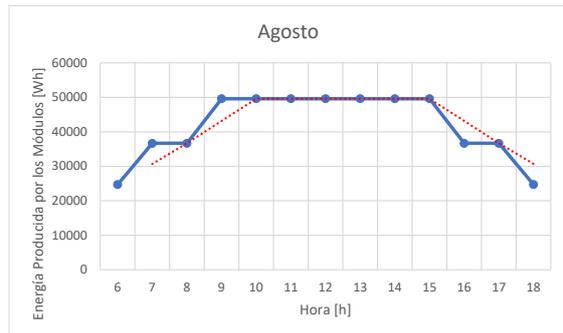


Figura 9 Energía producida por los módulos a diario por el mes de agosto

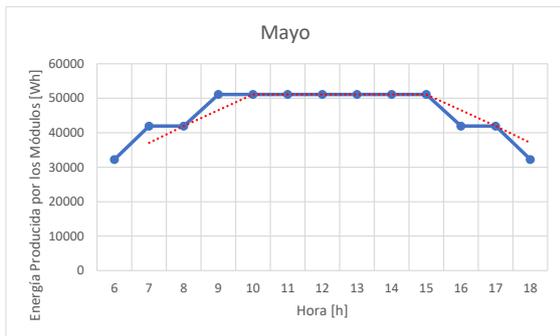


Figura 6 Energía producida por los módulos a diario por el mes de mayo

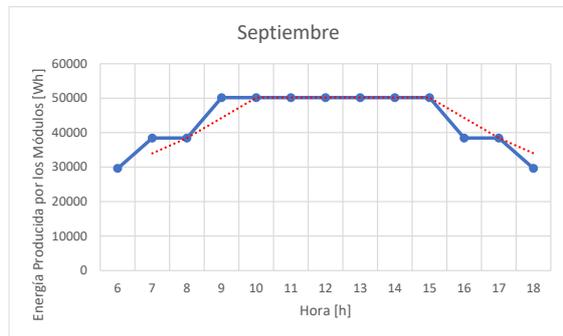


Figura 10 Energía producida por los módulos a diario por el mes de septiembre

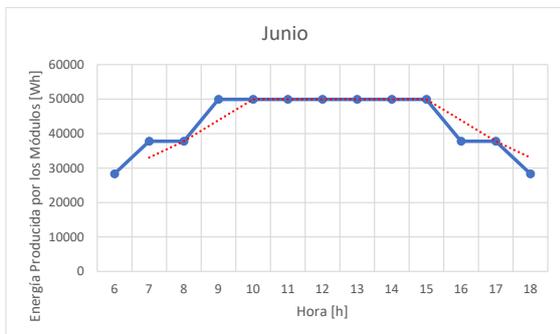


Figura 7 Energía producida por los módulos a diario por el mes de junio

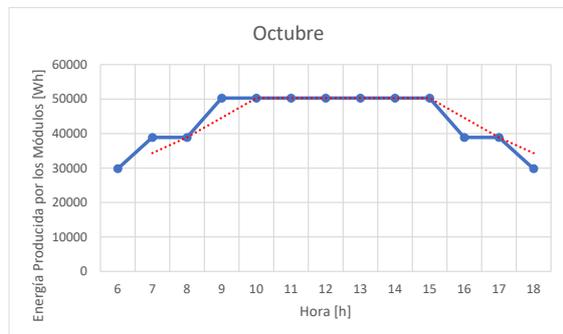


Figura 11 Energía producida por los módulos a diario por el mes de octubre

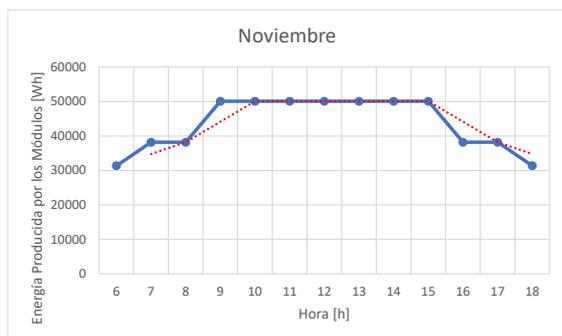


Figura 12 Energía producida por los módulos a diario por el mes de noviembre



Figura 13 Energía producida por los módulos a diario por el mes de diciembre

A continuación, se indica una tabla con un pronóstico de los valores diarios y mensuales de la energía total procedente de los paneles solares:

Tabla 8 Pronóstico de la energía total procedente de los paneles solares

	Energía total producida por los módulos [kWh]	
	Diario	Mensual
Enero	574,1172	17223,5156
Febrero	563,5011	16905,0342
Marzo	577,7964	17333,8910
Abril	579,6617	17389,8512
Mayo	590,0990	17702,9712
Junio	557,5112	16725,3366
Julio	547,7274	16431,8227
Agosto	543,4515	16303,5435
Septiembre	563,9935	16919,8053
Octubre	567,0401	17011,2033
Noviembre	565,8817	16976,4514
Diciembre	574,6394	17239,1811

El resultado de este diseño demuestra que al utilizar toda el área física disponible en el techo de las instalaciones de la Corporación MARESA Center permite generar un promedio de 17013,5506 kWh mensuales, lo cual se refleja en la reducción de la planilla eléctrica como se detalla en la siguiente sección.

5.5 Inversión y Ahorro

La inversión requerida para instalar paneles solares puede variar dependiendo de varios factores, como la cantidad de paneles solares necesarios para abastecer las necesidades energéticas de las instalaciones de la Corporación MARESA Center, la calidad de los paneles y los costos de instalación. Para nuestro caso hemos tomado los siguientes datos a considerar en la inversión inicial como se indica a continuación en la tabla 9:

Tabla 9 Costo total de la inversión inicial

Descripción	Equipo	Características	Cantidad	Precio Unitario	Total
Panel Solar	AeSolar	Monocrystalino 330W/24V Incluye soporte	197	\$200	\$39400
Inversor	Fronius TAURO ECO	50 kW, con protecciones	1	\$812,8,5	\$8128,5
Cable	#4 AWG	THHN/THWN color negro	250	\$3,97	\$992,5
Mano de Obra		Calificada (incluye canaletas)	1	\$5000	\$5000
TOTAL					\$53521

El costo total de la inversión inicial es de \$53521,01.

Se realizó el levantamiento de la energía consumida total en las instalaciones de la Corporación MARESA Center solo por el último mes como se indica a continuación en la tabla 10:

Tabla 10 Consumo mensual de energía

Departamento	Energía Consumida [kWh]	Monto [\$]
1^{er} Piso	2665	418,17

2 ^{do} Piso	1918	456,03
3 ^{er} Piso	187	177,40
4 ^{to} Piso	3351	423,98
5 ^{to} Piso	8205,58	1024,79
Showroom	1005	868,51
Servicios Generales	1308	237,99
TOTAL		3606,87

El costo total de consumo de energía proveniente de la red pública en las instalaciones de la Corporación MARESA Center es de \$3606,87, en estos montos están incluidos todas las atribuciones como lo son cuerpo de bomberos, recolección de basura y alumbrado público.

Con los datos promedio obtenidos de la tabla 7 y la tabla 8 obtenemos la nueva energía de consumo proyectada con la siguiente ecuación:

$$\text{Nueva Energía de Consumo Proyectada} = \text{Energía Consumida} - \text{Energía Producida} \quad (2)$$

$$\text{Nueva Energía de Consumo Proyectada} = 18254,1108 - 17013,5506 \text{ [kWh]}$$

$$\text{Nueva Energía de Consumo Proyectada} = 1240,5602 \text{ [kWh]}$$

Con el resultado obtenido de la ecuación 2 lo multiplicamos por el costo promedio del kWh para las instalaciones de Corporación MARESA Center para obtener el nuevo monto proyectado, como se indica a continuación:

$$\text{Nuevo Monto Proyectado} = \text{Nueva Energía de Consumo Proyectada} * \text{Precio} \quad (3)$$

$$\text{Nuevo Monto Proyectado} = 1240,5602 \text{ [kWh]} * \$0,088 = \$109,17$$

Lo que representa un ahorro proyectado mensual para las instalaciones de la Corporación MARESA Center de:

$$\text{Ahorro Proyectado} = \text{Consumo mensual} - \text{Nuevo Monto Proyectado} \quad (4)$$

Para resolver esta ecuación reemplazamos el valor total de la tabla 10 y el resultado obtenido en la ecuación 3, como se demuestra a continuación:

$$\text{Ahorro Proyectado} = \$3606,87 - \$109,17 = \$3497,70$$

Si el valor del ahorro proyectado se lo emplea para recuperar la inversión obtendríamos lo siguiente:

$$\text{Tiempo para recuperar la inversión} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Ahorro Proyectado}} \quad (5)$$

$$\text{Tiempo para recuperar la inversión} = \frac{\$53521,01}{\$3497,70} = 15,30 \text{ meses}$$

En el lapso de 1 año y 3 meses, se recupera la inversión.

6 Configuración del software HOMER Pro para la simulación

El software informático HOMER Pro es un programa para diseñar y simular sistemas de red aislados o interconectados, permitiendo el análisis técnico económico y multicriterio de estos sistemas. En este caso de estudio, se considera un sistema interconectado a la red pública [31].

Para nuestro caso de estudio este software necesita datos en condiciones iniciales como lo son la radiación solar en la zona de Quito por meses y datos históricos sobre el consumo de energía diario en las instalaciones de la Corporación MARESA Center.

Los datos de consumo de energía eléctrica se lograron a partir de mediciones realizadas en las instalaciones de la Corporación MARESA Center, utilizando un analizador de red Fluke 435, el equipo fue conectado al tablero principal de distribución por un periodo de siete días consecutivos.

La mayor potencia consumida es de 48,061 kW, y la menor potencia consumida es de 12,763 kW, como se indica en la figura 15.

La serie de color azul en la figura 15 corresponde a los días laborables contribuye al mayor consumo de energía en las horas de trabajo que van de las 9:00 am hasta las 7:00 pm.

Antes de correr la simulación es necesario configurar el software HOMER Pro con el diseño planteado como se describe en los capítulos anteriores.

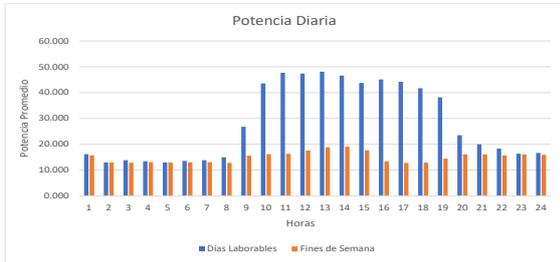


Figura 14 Demanda diaria de días laborables vs fines de semana

7 Resultados de la simulación

Después de haber ingresado toda la información requerida por el software como lo son de radiación, paneles solares, inversor, red pública, demanda de potencia de la carga, costos, se obtuvieron los siguientes resultados:

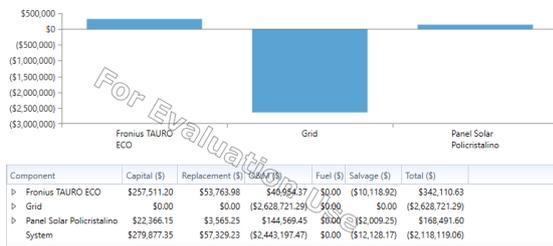


Figura 15 Análisis económico

En la figura 15 observamos los costos del inversor, paneles solares y del sistema implementado, lo que demuestra que si se llegase a llevar esta inversión se lo recuperaría en 1 años.

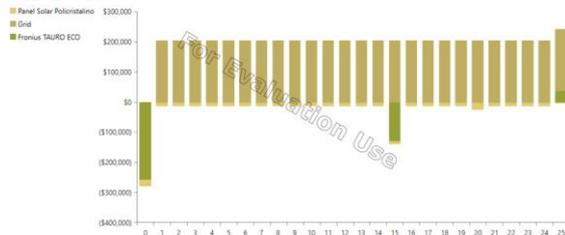


Figura 16 Flujo de efectivo

En esta figura se observa cómo se recupera la inversión al pasar de los años, en el año 15 toca realizar una pequeña inversión para el

mantenimiento del inversor y los paneles solares.



Figura 17 Producción vs Consumo

En la figura 17 observamos la creación de energía eléctrica por parte de los paneles solares que produce el 96,7% y la red pública que produce el 3,26% al año.

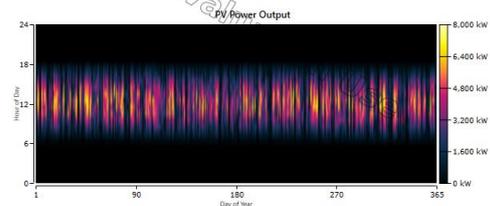


Figura 18 Potencia generado por los paneles solares

La potencia mínima entregada por los paneles solares es de 0 kW y la máxima potencia entregada por los paneles solares es de 7150 kW como lo visualizamos en la figura 18.

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Net Energy Purchased (kWh)	Peak Load (kW)	Energy Charge (\$)	Demand Charge (\$)
January	26,040	347,333	-321,294	184	\$0	\$0
February	24,000	332,529	-308,529	222	\$0	\$0
March	26,880	373,533	-346,653	238	\$0	\$0
April	28,360	372,654	-344,294	268	\$0	\$0
May	36,171	378,895	-342,724	224	\$0	\$0
June	26,879	360,254	-333,375	209	\$0	\$0
July	23,747	399,204	-375,457	207	\$0	\$0
August	26,708	368,690	-341,982	232	\$0	\$0
September	24,128	349,687	-325,559	220	\$0	\$0
October	25,032	386,503	-361,471	221	\$0	\$0
November	26,252	349,445	-323,193	202	\$0	\$0
December	27,180	353,437	-326,257	240	\$0	\$0
Annual	313,603	4,380,464	-4,066,861	287	\$0	(\$203,343)

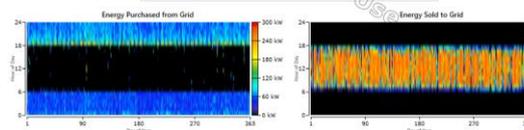


Figura 19 Intercambio de energía con la red publica

Observamos en la figura 20 que el consumo de la red pública se da en horas de la noche e incluso se llega a entregar un total de

1975,581 kWh por la producción excedente de los paneles solares.

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	1,584	1,584	kW
Mean Output	565	0	kW
Minimum Output	0	0	kW
Maximum Output	1,584	0	kW
Capacity factor	35.7	0	%

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Hours of Operation	4,380	0	hrs/yr
Energy Out	4,951,026	0	kWh/yr
Energy In	5,211,607	0	kWh/yr
Losses	260,580	0	kWh/yr

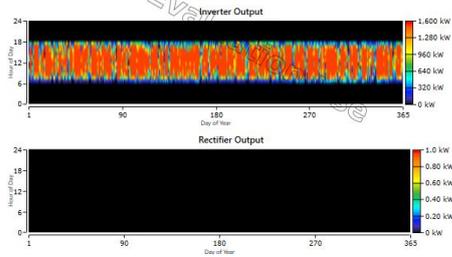


Figura 20 Inversor

El inversor trabaja 4380 horas al año entregando un total de 4951026 kWh al año y recibiendo una energía por los paneles solares de 5211607 kWh al año, como se indica en la figura 20.

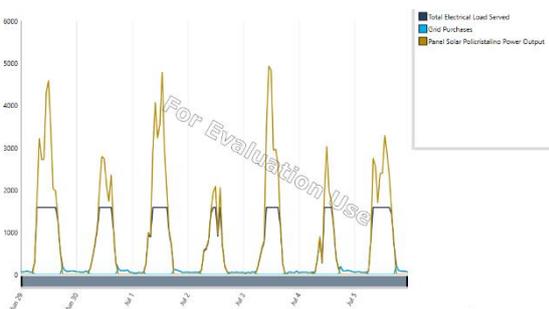


Figura 21 Fuentes de Potencia

Lo que observamos en la figura 21 es la unión del uso de energía tanto de la energía solar como de la red pública, para solventar la carga que requiere las instalaciones de la Corporación MARESA Center.

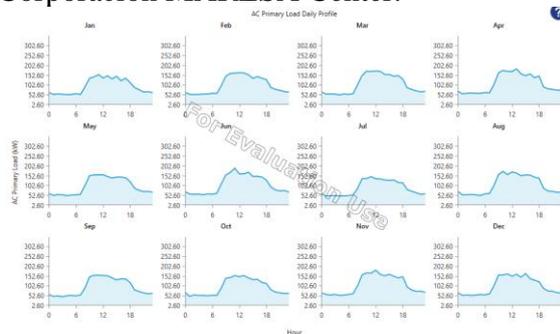


Figura 22 Carga horaria por mes

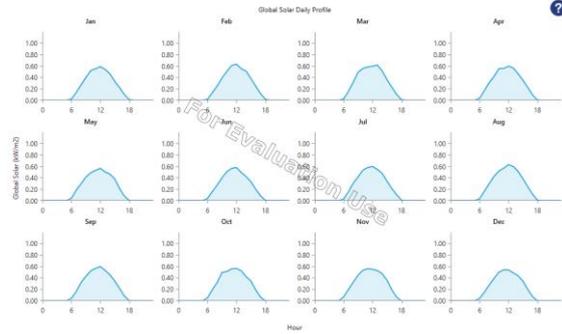


Figura 23 Generación fotovoltaica horaria por mes

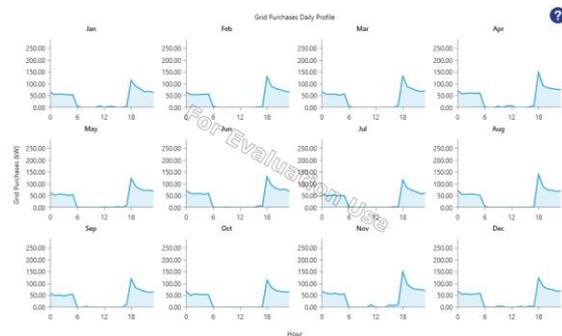


Figura 24 Generación de la red pública horaria por mes

Al sobreponer la imagen de la figura 24 sobre la imagen de la figura 23 obtenemos como resultado la gráfica de la figura 22. Lo que demuestra que el consumo de la red es nocturno.

8 Conclusiones

Las instalaciones de la Corporación MARESA Center cuentan con un área muy extensa en la terraza del edificio central lo que nos permitiría colocar el número máximo de 197 paneles solares para así satisfacer todas las necesidades eléctricas que todas las edificaciones requieran para su correcto funcionamiento.

El diseño planteado da como resultado un ahorro proyectado del 93% anual del costo de la planilla eléctrica proveniente de la red pública, la simulación del software HOMER Pro certifica el diseño planteado ya que esta entrega un 96,7% de ahorro anual proyectado.

Estos valores generados por los paneles fotovoltaicos no solo disminuyen el uso de

energía de la red pública, sino que también reducen costos asociados a la planilla como recolección de basura, contribución bomberos y alumbrado público en un 93%.

La colocación de baterías para este sistema de paneles solares encarecería la inversión inicial en un 40% dado que las baterías son más costosas, su tiempo de vida útil es máximo de 8 años y no son necesarias debido a que el 90% del consumo de las instalaciones se produce en el mismo horario en el que los paneles solares producen su pico de energía.

En 1 año y 3 meses se recuperaría el costo de la inversión, dato que también es validado por la simulación realizada en el software HOMER Pro, dado que los equipos tienen una vida útil promedio de 20 años, la empresa tendrá 18 años y 9 meses de utilidad.

9 Referencias

- [1] Solar Panels and Their Effect on the Environment -- Environmental Protection. (n.d.) Recuperado June 4, 2023, de eponline.com
- [2] How Does Solar Work? | Department of Energy. (n.d.) Recuperado June 4, 2023, de www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work
- [3] Solar Energy Pros and Cons: What Are The Advantages And Disadvantages? (n.d.) Recuperado June 4, 2023, de www.forbes.com
- [4] Solar energy technology and its roles in sustainable development |Clean Energy |Oxford Academic. (n.d.) Recuperado June 4, 2023, de academic.oup.com/ce/article/6/3/476/606003
- [5] La energía solar y la latitud | CK-12 Foundation. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de flexbooks.ck12.org
- [6] ESPACIOS CON SOMBRAS. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de solubleecuador.unach.edu.ec/espacios-con-sombras/
- [7] Radiación solar en Ecuador y cómo funciona - Enercity SA. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de enercitysa.com/blog/radiación-solar-ecuador/
- [8] Guía para entender las pérdidas de producción solar. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de revistardenergia.com
- [9] Incorporación del acceso solar en la planificación urbana de (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.scielo.cl
- [10] Orientación e Inclinación de los Paneles Solares Fotovoltaicos. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.mpptsolar.com
- [11] Qué orientación e inclinación han de tener los paneles (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de autosolar.pe
- [12] Paneles solares: orientación, radiación solar, inclinación y (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.caloryfrio.com
- [13] Ángulos Solares y su importancia para el diseño de Sistemas (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.sectorelectricidad.com
- [14] ¿CÓMO ORIENTO LAS PLACAS SOLARES? (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.cambioenergetico.com
- [15] La radiación solar global en la provincia de Loja (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.researchgate.net
- [16] Evaluación de un modelo estadístico para estimar la radiación (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.scielo.org.co
- [17] Cuidado y mantenimiento de paneles solares. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.torkarenovables.com
- [18] Guía de buenas prácticas en Proyectos Fotovoltaicos - SICA. (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de www.sica.int/download/?89647
- [19] Energy efficiency in Catholic University Azogues Campus, a (n.d.) Recuperado June 8, 2023, de revistaenergia.cenace.gob.ec
- [20] “Atlas Solar de Ecuador con fines de

generación eléctrica” CONELEC Consejo Nacional de Electricidad, Corporación para la Investigación Energética, Quito 2008

- [21] Jia, J., Qian, C., Dong, Y., Feng Li, Y., Wang, H., Ghoussoub, M., . . . Ozin, G. (2017). Heterogeneous catalytic hydrogenation of CO₂ by metal oxides: defect engineering – perfecting imperfection. Obtenido de Publishing: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/CS/C7CS00026J>
- [22] ¿Las placas solares aumentan el valor de una vivienda? (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de solarmente.es
- [23] ¿Aumentan los paneles solares el valor de la vivienda? (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de ecoinventos.com
- [24] ¿Instalar paneles solares aumenta el valor de una vivienda? (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de www.trovimap.com
- [25] Como Aumenta el valor de mi propiedad al instalar paneles (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de www.arprmexico.com
- [26] ¿Los paneles solares incrementan el valor de una vivienda? (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de www.sunhero.com
- [27] LAS PLACAS SOLARES AUMENTAN EL VALOR DE TU (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de www.cambioenergetico.com/blog/placas-solares-valor-vivienda/
- [28] ¿Por qué las placas solares aumentan el valor de tu vivienda? (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de moovemag.com
- [29] Paneles solares costo: lo que inviertes vs. lo que ahorras. (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de www.enlight.mx/blog/costo-de-los-paneles-solares
- [30] ¿Los paneles solares aumentan el valor de la vivienda ...? (n.d.) Recuperado July 19, 2023, de economiacircularverde.com
- [31] [En línea]. Available: <https://www.homerenergy.com/products/pvro/index.html>

10 Anexos

Panel Solar 330W Monocristalino



Ficha Técnica

- Potencia del Panel Solar: 330W
- Tipo de Célula del Panel Solar: Policristalino
- Rigidez del Panel Solar: Rígido
- Dimensiones del Panel Solar: Largo x Ancho x Grueso (mm)
1956 x 992 x 40 mm
- Tensión Máxima Potencia: 37.89V
- Corriente en Cortocircuito ISC: 9.36^a
- Eficiencia del Módulo: 17,52 %
- Amperios Máximos de Salida IMP: 8.71^a
- Tensión en Circuito Abierto: 46.58V
- Voltaje de Trabajo del Panel Solar: 24V
- Peso del Panel Solar: 28 Kg
- Marco del Panel Solar: Blanco y Gris
- Garantía del Panel Solar: 20 años.

Inversor Fronius Tauro 50 kW



Descripción

Este inversor permite, como ningún otro, una planificación flexible del sistema, minimizando los costes de equilibrio del sistema o costes BOS y generando altos rendimientos incluso en condiciones difíciles (calor, frío, polvo, etc.)