

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1723>

# Análisis de factibilidad técnico económico de generación fotovoltaica distribuida mediante la utilización de las Smart Grid

Technical and economic feasibility analysis of distributed photovoltaic generation through the use of Smart Grid

**Anthony Santiago Layedra Valdivieso**

Aslayedravaldivieso@istct.edu.ec

<https://orcid.org/0099-0001-8023-6819>

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Quito – Ecuador

**Álvaro Javier Mendoza**

Jamendoza@istct.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-4132-9062>

Instituto Superior Universitario Central Técnico

Quito – Ecuador

Artículo recibido: 02 de febrero de 2024. Aceptado para publicación: 19 de febrero de 2024.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

## Resumen

La viabilidad técnico-económica de la generación fotovoltaica distribuida augura una transición hacia la sostenibilidad del sistema eléctrico. El análisis económico resalta la solidez financiera al considerar la reducción de pérdidas en la transmisión, su integración sinérgica con las Smart Grid y la venta de excedentes. Estos factores, junto con el potencial de ahorro en instalación y mantenimiento, respaldan la rentabilidad a largo plazo. La combinación estratégica de la generación fotovoltaica distribuida y las Smart Grid emerge como una opción técnicamente robusta y económicamente viable, promoviendo la eficiencia y la sostenibilidad. Esta integración aborda desafíos energéticos y ambientales, fomentando el uso descentralizado de energías renovables con soluciones Smart Grid. En resumen, esta combinación ofrece una manera sostenible y rentable de generar y distribuir energía eléctrica.

*Palabras clave:* radiación solar, paneles FV, generación distribuida, atlas solar, smart grid

## Abstract

The technical-economic viability of distributed photovoltaic generation predicts a transition towards the sustainability of the electrical system. The economic analysis highlights the financial solidity when considering the reduction of transmission losses, its synergistic integration with the Smart Grid and the sale of surpluses. These factors, along with the potential for savings on installation and maintenance, support long-term profitability. The strategic combination of distributed photovoltaic generation and Smart Grid emerges as a technically robust and economically viable option, promoting efficiency and sustainability. This integration addresses energy and environmental challenges, promoting the decentralized use of renewables with Smart Grid solutions. In short, this combination offers a sustainable and cost-effective way to generate and distribute electrical energy.

*Keywords:* solar radiation, FV panels, distributed generation, atlas solar, smart grid

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons 

Cómo citar: Layedra Valdivieso, A. S., & Mendoza, A. J. (2024). Análisis de factibilidad técnico económico de generación fotovoltaica distribuida mediante la utilización de las Smart Grid. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (1), 1991 – 2017.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1723>

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la investigación científica se ha concentrado en establecer modelos de redes eléctricas distribuidas a pequeña escala, así como en estrategias de control para estos sistemas, a través de arquitecturas avanzadas y conceptos de control para microrredes (Sandoval-Ruiz Cecilia E., 2018).

Las Smart grid han tenido un gran impacto con la generación distribuida fotovoltaica mejorando la eficiencia y confiabilidad de la red eléctrica con tecnologías inteligentes que facilita la incorporación de fuentes de energía renovables como la solar incentivando a la sostenibilidad ambiental y a su infraestructura de las redes inteligentes en micro redes gestionando la generación, almacenamiento y distribución local de electricidad que facilita la comunicación, monitoreo y control minimizando pérdidas en el sistema eléctrico.

En Ecuador, la dependencia mayoritaria de la energía hidroeléctrica (Ministerio de Energía y Minas, 2020) y de los combustibles fósiles resalta la necesidad de adoptar nuevas tecnologías. (Junior & Alvarado, 2023)

Y una de las opciones más atractivas es el análisis de factibilidad de generación solar fotovoltaica distribuida a través de la incorporación de Smart grid vital importancia en el panorama actual de la transición energética.

La utilización razonable y eficaz de la energía solar es una buena alternativa para afrontar la crisis energética mundial en la actualidad. (Berrío & Zuluaga, 2014) siendo una de las más utilizadas ya que significativamente presenta varias ventajas, como la reducción de pérdidas de transmisión siendo sistemas de ubicación descentralizados como en hogares, empresas y comunidades mejorando la resiliencia del sistema eléctrico.

A su vez, la red eléctrica tradicional está migrando a una red eléctrica moderna (Berrío & Zuluaga, 2014). Con la modernización de la red eléctrica ayudaría grandemente a la monitorización en tiempo real, gestionar la demanda, integrar fuentes de energías renovables, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero facilitando la operación general del sistema. La adopción de sistemas fotovoltaicos distribuidos, apoyada por la implementación de redes eléctricas inteligentes descentralizadas, representa una solución innovadora que está transformando la escena energética en Ecuador.

La Generación Distribuida, al estar vinculada a la red del distribuidor, aporta diversos beneficios tanto a la demanda del sistema local como al conjunto del mercado eléctrico.

Con la implementación de Smart Grid permite la descentralización de la generación de energía aumentando la resiliencia lo que significa que disminuye la vulnerabilidad ante posibles fallas en infraestructuras centralizadas lo que mejora la capacidad de respuesta ante eventos climáticos externos.

Ayuda al ahorro y eficiencia energética ya que los sistemas fotovoltaicos distribuidos descentralizados aprovechan la energía solar localmente, lo que reduce las pérdidas que conlleva con la transmisión de energía a largas distancias. Esto mejora la eficiencia energética y disminuye costos operativos y de mantenimiento a largo plazo.

Fomentando la creación de empleo con la adopción de tecnologías fotovoltaicas y Smart Grid en la instalación, mantenimiento y operación de estos sistemas, además, promueve el desarrollo de la industria de energías renovables en el país.

## METODOLOGÍA

Debido a la situación geográfica del Ecuador (sobre la línea ecuatorial), el recurso solar es casi constante a lo largo del año. A pesar de esta ventaja. La presencia de la cordillera de los Andes crea múltiples microclimas que pueden reducir el potencial en ciertas regiones. La GHI anual sobre el Ecuador varía desde 2.9 kWh/m<sup>2</sup> día a 6.3 kWh/m<sup>2</sup> día. (Vaca Revelo Diego & Ordoñez Freddy, 2020)

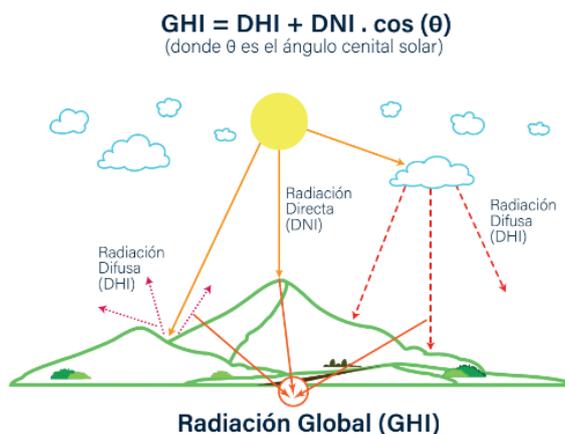
Las áreas de mayor altitud suelen experimentar niveles más elevados de radiación solar, a diferencia de las regiones costeras u orientales, donde la radiación tiende a ser menor.

El mapa de irradiación global horizontal muestra que aproximadamente el 75% del territorio ecuatoriano tiene niveles de irradiación por encima de este nivel. En las provincias de Pichincha e Imbabura el alto potencial solar es de 4.5-5.7 kWh/m<sup>2</sup> día. Esto sugiere una alta viabilidad de implementación de tecnologías solares en la diversificación matriz energética. (Vaca Revelo Diego & Ordoñez Freddy, 2020)

La irradiación solar que penetra la atmósfera sin alteraciones se designa como irradiación normal directa (DNI). En contraste, la radiación que ha cambiado de dirección a causa de la atmósfera o que ha sido reflejada por la superficie terrestre se conoce como irradiación horizontal difusa (DHI). La combinación de la irradiación normal directa y el difuso horizontal resulta en la irradiación global horizontal (GHI) y su relación está dada por la ecuación que se presenta en la figura 1.

### Figura 1

*Radiación global (GHI)*



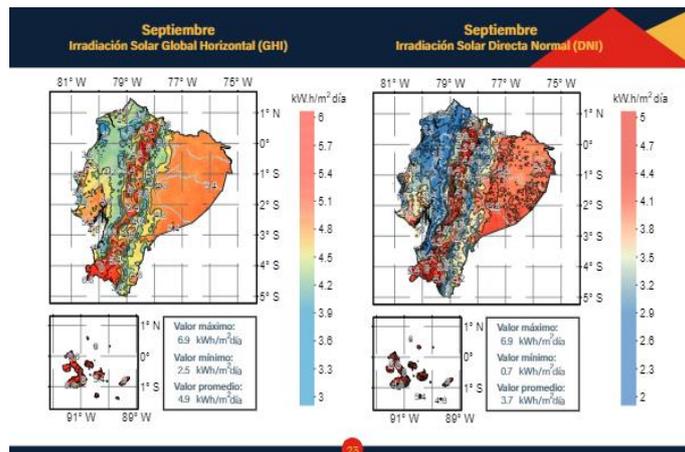
**Fuente:** (Vaca Revelo y Ordoñez Freddy, 2020)

En Ecuador, dada su posición ecuatorial, la radiación solar permanece bastante uniforme durante todo el año. A pesar de ello, existen fluctuaciones estacionales en la duración diaria que pueden afectar la cantidad total de radiación captada en un día específico. En líneas generales, se observa que los meses de septiembre y octubre suelen experimentar una mayor exposición a la radiación solar como lo podemos observar en la figura 2 y 3. Esto se debe a que, durante el equinoccio de primavera en el hemisferio sur, alrededor del 21 de septiembre, el Sol se sitúa directamente sobre la línea del Ecuador.

Durante ese lapso, este fenómeno amplifica la radiación solar en Ecuador. Es relevante considerar que, a pesar de las variaciones estacionales, Ecuador experimenta niveles consistentemente altos de radiación solar a lo largo de todo el año, gracias a su proximidad a la línea ecuatorial

**Figura 2**

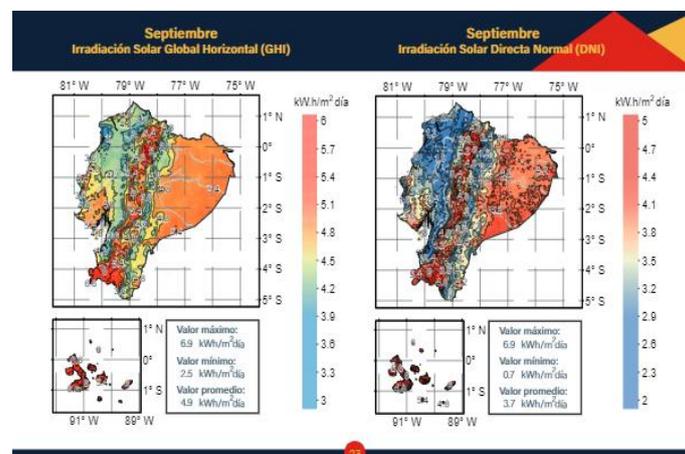
Mapa solar durante el mes de septiembre



**Fuente:** (Vaca Revelo y Ordoñez Freddy,2020)

**Figura 3**

Mapa solar durante el mes de septiembre



**Fuente:** (Vaca Revelo y Ordoñez Freddy, 2020)

### Factores para una óptima ubicación para la instalación de paneles solares

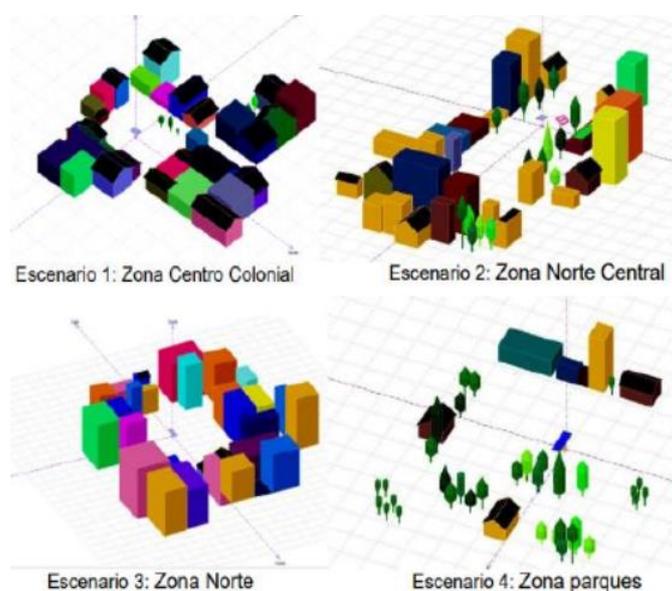
La cantidad de luz solar que una ubicación recibe es un factor crucial al seleccionar el lugar ideal para la instalación de paneles solares, ya que la radiación solar varía según la latitud. Las zonas cercanas al Ecuador experimentan una mayor exposición directa a la luz solar. Por lo tanto, al elegir un sitio para la instalación de paneles solares, es esencial considerar tanto la presencia de sombras como posibles obstrucciones, ya que estos factores pueden significativamente disminuir la capacidad de los paneles para generar energía.

### Presencia de sombra en sistemas fotovoltaicos

Un elemento crucial a considerar al instalar sistemas fotovoltaicos es la presencia de sombreado, el cual puede ser ocasionado por elementos circundantes, ya sean cercanos o distantes, que podrían impactar el rendimiento de los paneles solares al generar sombras sobre ellos. La información indispensable para la simulación horaria de una instalación fotovoltaica a través del software System Advisor Model (SAM), desarrollado por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), se derivó del estudio titulado "Dimensionamiento y algoritmo para la distribución de electrolineras alimentadas por sistemas fotovoltaicos para recargar bicicletas eléctricas en el DMQ". Los autores Chavarrea y Mera llevaron a cabo un análisis de cuatro escenarios distintos para evaluar el sombreado cercano en ubicaciones específicas del Departamento Metropolitano de Quito. En dicho estudio, se simuló la sombra generada por edificaciones locales y objetos lejanos, proporcionando datos esenciales para la modelación detallada de la radiación solar en la región.

#### Figura 4

*Escenario de sombras cercanas en zona Centro Colonial*



**Fuente:** (Dávila et al.,2020)

### Determinación de la ubicación óptima de los paneles solares

Para identificar la posición más adecuada para la instalación de paneles solares, es esencial llevar a cabo una evaluación del sitio que garantice la ausencia de sombras y analizar la cantidad de radiación solar que la ubicación recibe.

### Declinación óptima para los paneles fotovoltaicos

Para determinar el ángulo óptimo de inclinación con el fin de lograr la mayor captación de energía solar por los módulos fotovoltaicos es fundamental establecer los movimientos de rotación y traslación de la tierra en el sistema solar (Arrieta Mario et al., 2012).

Es igualmente esencial comprender el ángulo de inclinación de la Tierra en su eje polar, el cual está fijado en  $23.45^\circ$  con respecto al plano de su órbita alrededor del sol. Esta inclinación ocasiona que la posición del sol en el cielo varíe, siendo más elevada durante el verano en comparación con el invierno.

El Ángulo de desviación del sol respecto a la tierra es llamado "declinación" y se representa mediante la ecuación 1, si el ángulo resulta al Norte la línea ecuatorial es positiva y al contrario resulta al Sur esta será negativa.

$$\delta = 23.45^\circ \sin \sin \left[ \frac{360(284+n)}{365} \right] \quad (1)$$

$\delta =$  declinacion solar

$n =$  numero de dias pasado desde 1 enero

Esta fórmula resulta útil como una aproximación efectiva para determinar la posición del sol en el cielo en cualquier fecha a lo largo del año.

### Orientación óptima

Para determinar la orientación óptima dependerá del hemisferio en el que se instale el generador de energía eléctrica fotovoltaico y será un valor constante de ángulo acimut ( $\alpha$ ) (Villegas Codena Wilmer Javier, n.d.).

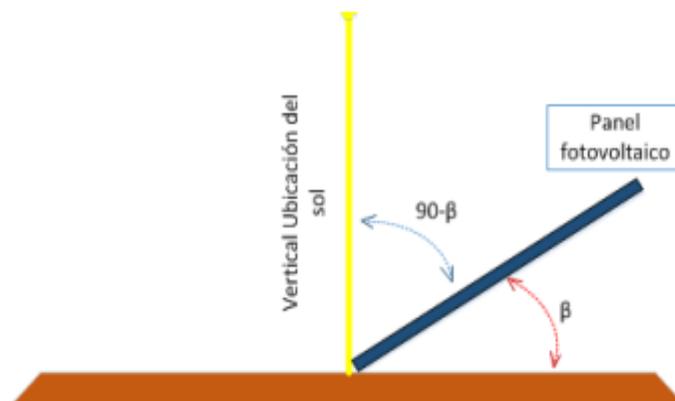
En el Ecuador, la orientación más eficiente para la superficie de captación de energía solar es hacia el sur, lo que implica que el ángulo azimutal óptimo será de  $0^\circ$ .

$$\alpha_{opt} = 0^\circ \quad (2)$$

La determinación de la inclinación óptima de una superficie se realiza mediante la aplicación de la ecuación 3, la cual considera diversas inclinaciones adaptadas a ubicaciones específicas con diferentes latitudes.

### Figura 5

*Inclinación del FV*



**Fuente:** (Darío David, 2020)

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \times \phi \quad (3)$$

En donde:

$\beta_{opt}$  = ángulo de inclinación óptima.

$\phi$  = valor de la latitud del lugar.

### **Prácticas para la instalación y mantenimiento de paneles fotovoltaicos**

La instalación adecuada de paneles solares es esencial para garantizar su eficiencia energética y prolongar su vida útil. (Cedeño García Erik Alfonso, 2023)

Seleccionar la ubicación apropiada es fundamental para optimizar la exposición a la radiación solar en Ecuador, reconocido por su notable recepción de niveles elevados de radiación solar.

Para mantener la eficiencia energética de los paneles fotovoltaicos, es indispensable realizar una limpieza y mantenimiento regulares. (Cedeño García Erik Alfonso, 2023)

La acumulación de polvo, suciedad y otros agentes contaminantes puede reducir la cantidad de radiación solar que alcanza los paneles, afectando la producción de energía. Se sugiere realizar la limpieza de manera periódica utilizando agua y un detergente suave.

Adicionalmente, es crucial examinar el cableado y las conexiones en busca de posibles indicios de daño o corrosión. La instalación y conexión adecuadas del cableado son esenciales para asegurar que la energía generada se dirija de manera eficiente a las ubicaciones apropiadas. Asimismo, se recomienda realizar revisiones periódicas del inversor para identificar posibles signos de deterioro.

### **Radiación solar en el Ecuador**

El gobierno del Ecuador considero que sería conveniente ir un poco más allá con este tipo de generación, por lo que se ha implementado el proyecto "Atlas Solar del Ecuador con fines de generación de energía" (Cedeño García Erik Alfonso, 2023)

Existe un mapa disponible que exhibe los niveles de insolación difusa, directa y global, detallando la insolación correspondiente a cada mes del año en. A partir de esta información, podemos calcular la cantidad de radiación que impacta la superficie terrestre, un conocimiento esencial para los proyectos de generación de energía solar fotovoltaica.

**Tabla 1**

*Datos de radiación solar para cada mes del año en Ecuador*

<b>Insolación en el Ecuador Wh/m2/día</b>			
	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>	<b>Promedio</b>
Enero	3098	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

**Fuente:** (Cedeño García Erik Alfonso, 2023)

### **Radiación solar en Quito**

Tanto en 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 periodos del año. Aun así, la radiación solar sigue siendo significativa y puede llegar alrededor de 4.57 KWh/m<sup>2</sup>/día.

**Tabla 2**

*Radiación solar en Quito*

	<b>Irradiación horizontal global</b>	<b>Irradiación difusa horizontal</b>
	<b>KWh/m<sup>2</sup>/día</b>	<b>KWh/m<sup>2</sup>/día</b>
Enero	5.77	2.77
Febrero	5.01	2.57
Marzo	5.30	2.52
Abril	5.32	2.25
Mayo	5.52	2.38
Junio	5.62	2.07
Julio	5.82	2.03
Agosto	6.15	2.15
Septiembre	5.58	2.31
Octubre	5.01	2.31
Noviembre	4.90	2.41
Diciembre	5.33	2.22

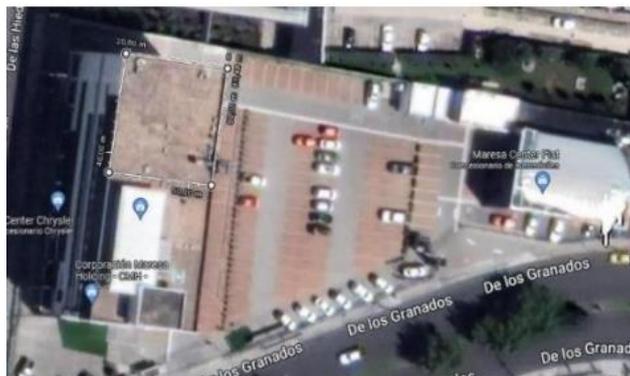
**Fuente:** elaboración propia.

### **Ubicación para la instalación de paneles solares**

Para este caso se obtuvo información, datos de una instalación fotovoltaica en la Corporación MARESA Center, que cuenta con un área muy grande en la terraza del edificio principal, región que representa una superficie de 477.15 m<sup>2</sup>, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 6**

*Superficie de las instalaciones Corporación MARESA Center*



**Fuente:** (Cedeño García Erik Alfonso, 2023).

**Cálculo para el número de paneles fotovoltaicos**

El panel solar que se utilizó en el estudio de “COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA CORPORACIÓN MARESA CENTER” realizada por Cedeño García Erik Alfonso.

Tiene las siguientes dimensiones de:

**Tabla 3**

*Dimensiones del panel solar*

	<b>Dimensiones</b>
Largo	1.956m
Ancho	0.996m
Área total	1.94m <sup>2</sup>

**Fuente:** elaboración propia.

Esto se fragmenta en relación con la superficie de la terraza, disminuyendo un 20% debido al espacio entre los paneles y la circulación peatonal, según se ilustra en la ecuación siguiente.

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{381.72m^2}{1.94m^2}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 197 \text{ paneles} \quad (4)$$

La terraza del edificio de la Corporación Center puede albergar 197 paneles solares.

Histórico de energía consumida en las instalaciones de la Corporación MARESA Center

En este estudio se realizó una estimación de la energía consumida mensualmente por las instalaciones de la corporación para todo el año 2022, abarcando todos los departamentos, según se detalla en las tablas siguientes.

**Tabla 4**

*Consumo eléctrico mensual primer y segundo piso*

<b>Energía consumida (KWh)</b>		
	<b>Primer piso</b>	<b>Segundo piso</b>
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

**Fuente:** (Cedeño García Erik Alfonso, 2023).

La corporación MARESA Center cuenta con un tercer y cuarto piso y se detalla su consumo eléctrico medido en KWh durante todo el año, descrita en la siguiente tabla.

**Tabla 5**

*Consumo eléctrico mensual tercer y cuarto piso*

<b>Energía consumida (KWh)</b>		
	<b>Tercer piso</b>	<b>Cuarto piso</b>
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

**Fuente:** (Cedeño García Erik Alfonso, 2023).

En dicha corporación cuenta con un espacio de servicios y showroom o sala de exposiciones que su consumo eléctrico durante todo el año mencionado en la siguiente tabla.

**Tabla 6**

*Consumo eléctrico mensual de 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

**Fuente:** (Cedeño García Erik Alfonso, 2023)

En la siguiente tabla se detalla todo el consumo energético de todos los departamentos que se detallaron en las anteriores tablas.

**Tabla 7**

*Consumo eléctrico mensual de todos los departamentos*

Energía consumida (KWh)	
	Consumo total de todos los departamentos
Enero	18237.25
Febrero	17382.63
Marzo	18311.85
Abril	19508.33
Mayo	18765.45
Junio	48639.58
Julio	16962.20
Agosto	18250.82
Septiembre	16649.10
Octubre	18088.95
Noviembre	19403.76
Diciembre	18849.41

**Fuente:** (Cedeño García Erik Alfonso, 2023)

### **Consumo eléctrico por la red pública**

El consumo eléctrico promedio de las instalaciones de la mencionada corporación, registrado a través de la red eléctrica, es de 18254.1108 (KWh), con un costo promedio de la empresa eléctrica Quito de 0.088 dólares por KWh.

### Datos del panel solar y su costo

La capacidad de satisfacer las demandas energéticas de las instalaciones de MARESA Center se basa en la calidad de los paneles solares y los costos asociados con la instalación, como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Descripción y costos*

Detalle	Equipo	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Panel fotovoltaico	AcSolar	Monocrystalino 330W/24V incluye soportes	197	200\$	39400\$
Inversor	Fronius TAURO ECO	50KW con sus respectivas protecciones	1	812.5\$	8128.5\$
Cable	4 AWG	THHN/THWN	250	3.97\$	992.5\$
Mano de obra		Calificada	1	5000\$	5000\$
<b>Total</b>					<b>53521\$</b>

**Fuente:** elaboración propia.

### Energía generada por los paneles solares

Para realizar la energía que entregan los paneles se utilizó la siguiente ecuación.

$$E_p = P_p \times r \times HS \quad (5)$$

Donde:

$E_p$  = energía producida por el módulo(Wh)

$P_p$  = potencia pico(W)

$r$  = eficiencia del módulo(%)

$HS$  = horas del sol(h)

La tabla presenta los valores diarios y mensuales correspondientes a la energía total generada por los paneles solares.

**Tabla 9**

*Energía total de los paneles solares*

Energía producida total de los paneles (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

**Fuente:** elaboración propia.

A través de este análisis, se evidencia que aprovechar la totalidad del espacio físico disponible en el techo de las instalaciones de la corporación MARESA Center posibilita la generación mensual promedio de 17013.5506 (KWh), lo que conlleva a una disminución en la factura eléctrica.

### **Inversión y ahorro**

La inversión inicial completa asciende a \$53,521.01. El gasto total por el consumo de energía suministrada por la red eléctrica pública Quito es de \$3,606.87, incluyendo todas las asignaciones correspondientes, como los servicios del cuerpo de bomberos, la recolección de basuray el alumbrado público.

Con los datos que se obtuvieron de las tablas 7 y 9 se obtiene una nueva energía de consumo y eso se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} \text{Nueva energía de consumo proyectada} &= \\ \text{Energía consumida} - \text{energía producida} &(6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nueva energía de consumo proyectada} &= \\ 18254.1108 - 17013.5506 &(KWh) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nueva energía de consumo proyectada} \\ = 1240.5602 &(KWh) \end{aligned}$$

Para obtener el nuevo monto proyectado se realiza mediante la ecuación.

$$\begin{aligned} \text{Nuevo monto proyectado} &= \\ \text{Nueva energía de consumo proyectada} * \text{precio} &(7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nuevo monto proyectado} &= 1240.5602(KWh) * 0.088 \\ \text{Nuevo monto proyectado} &= 109.17\$ \end{aligned}$$

Lo que representa un ahorro mensual para la corporación MARESA Center se define en la siguiente ecuación.

$$\text{Ahorro proyectado} = \text{consumo mensual} - \text{Nuevo monto proyectado} \quad (8)$$

$$\text{Ahorro proyectado} = 3606.87\$ - 109.17\$$$

$$\text{Ahorro proyectado} = 3497.70\$$$

Y para saber en qué tiempo se obtiene la inversión se detalla en la siguiente ecuación.

$$\text{Tiempo para recuperar la inversión} = \frac{\text{inversión inicial}}{\text{ahorro proyectado}} \quad (9)$$

$$\text{Tiempo para recuperar la inversión} = \frac{53521.01\$}{3497.70\$}$$

$$\text{Tiempo para recuperar la inversión} = 15.30 \text{ meses}$$

Es decir que la inversión se recuperará en un lapso de 1 año y 3 meses.

### **Generación distribuida**

A esta aplicación pertenecen las tecnologías de generación y almacenamiento distribuidos, dentro de las cuales se encuentran generadores a pequeña escala de combustión interna, paneles solares fotovoltaicos, aerogeneradores, celdas de combustible, acumuladores de baterías, pequeñas turbinas hidráulicas, entre otros. (Sánchez, 2016)

Algunos sistemas de generación son gestionables, mientras que otros no lo son, como los sistemas fotovoltaicos, presentan desafíos para una integración segura a la red eléctrica debido a la dependencia de las fluctuaciones del recurso renovable. No obstante, este problema puede abordarse mediante la implementación de módulos de almacenamiento de energía.

En todos los casos, estas tecnologías están impulsando la instalación de pequeños generadores por parte de los usuarios, lo cual representa un cambio respecto al enfoque tradicional de suministrar energía de forma unidireccional desde grandes centros de generación hacia los centros de consumo. La transición se dirige hacia un modelo de generación local, permitiendo a los usuarios satisfacer parcial o completamente sus demandas energéticas a nivel local y, en caso de excedente, reintegrar la energía a la red, estableciendo flujos bidireccionales de energía.

### **Generación distribuida en caso internacional**

Para las empresas del sector eléctrico, los resultados no pueden ser solamente económicos, deben ser medidos también en términos de mejora de la calidad del servicio y los beneficios ambientales. (Muñoz-Vizhñay et al., 2018).

En el ámbito internacional y especificaciones en el mercado solar norteamericano se aplican tres diferentes modelos de negocios como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla 10**

*Tipos de modelos de negocio internacional en generación distribuida*

<b>Modelo de negocio</b>	<b>Descripción</b>
Modelo 1	Las compañías eléctricas distribuidoras poseen los activos de generación solar fotovoltaica, encargándose de la instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura en sus propias instalaciones en clientes residenciales o comerciales, abonando un alquiler por el espacio o tejado utilizado. La electricidad generada y vertida en la red es propiedad de estas empresas eléctricas.

Modelo 2	Las compañías eléctricas distribuidoras ofrecen financiamiento a los clientes para la implementación de sistemas de generación solar fotovoltaica. En este enfoque, cualquier exceso de energía generado se vierte a la red, permitiendo a los clientes beneficiarse de compensaciones económicas por la energía excedente.
Modelo 3	Las compañías eléctricas distribuidoras adquieren la energía solar fotovoltaica generada por terceros mediante contratos. En este enfoque, las empresas distribuidoras se encargan de gestionar la contratación de energía para su posterior reventa a los consumidores. Estos contratos se establecen con un número limitado de generadores, evitando así la necesidad de mantener relaciones directas con micro generadores o propietarios de tejados.

**Fuente:** elaboración propia.

### Smart Grid

Las redes inteligentes o SMART GRID son redes de electricidad que permiten integrar componentes eléctricos de manera inteligente. De tal forma que el trabajo y las acciones que los dispositivos eléctricos entregan a los usuarios conectados sean de una forma más eficiente y permita garantizar el suministro continuo de energía. (Revelo Jairo, n.d.)

La SMART GRID incorpora tecnologías avanzadas con el objetivo de optimizar la supervisión y gestión de los sistemas eléctricos, focalizándose especialmente en los procesos de generación y distribución. Esto se traduce en sistemas eléctricos más confiables, eficientes y seguros.

### Impacto ambiental de las Smart grid en la gestión de la generación fotovoltaica distribuida

La adopción de la energía solar fotovoltaica distribuida y las redes eléctricas inteligentes (REI) pueden tener un impacto significativo en la reducción de la huella ambiental del sector energético y en mejorar la resiliencia del sistema eléctrico frente a eventos climáticos extremos. (Junior & Alvarado, 2023)

Las Smart Grid posibilitan una administración más efectiva de la generación y el consumo de energía al mejorar la distribución de la energía generada por sistemas fotovoltaicos distribuidos, disminuyendo así las pérdidas y maximizando el aprovechamiento de la energía solar disponible.

Esto simplifica la incorporación de fuentes renovables, como la generación fotovoltaica distribuida, en la red eléctrica, ayudando a disminuir la dependencia de fuentes no renovables y, de esta manera, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas a la generación de electricidad.

### Diferencia de las Smart Grid y red eléctrica actual

En la siguiente tabla se mencionan las diferencias que existen entre las redes eléctricas inteligentes (Smart Grid) y la red eléctrica convencional.

**Tabla 11**

*Tabla comparativa de las Smart Grid y la red eléctrica convencional*

Características	Smart Grid	Red eléctrica convencional
Automatización	Amplia implementación de sensores y tecnologías de medición, así como automatización en cada nivel de la red.	Limitada disponibilidad de componentes para la supervisión.
Inteligencia y control	AMI (infraestructura de medición avanzada).	Ausencia de inteligencia, empleo de sistemas de control operados manualmente.

Actividad del consumidor	El usuario contribuye devolviendo a la red la energía excedente generada localmente.	Hay una falta de conocimiento generalizada entre los consumidores, y no están involucrados en la generación de electricidad.
Gestión de la demanda	Se introducen dispositivos electrónicos inteligentes que posibilitan la optimización de la eficiencia energética, y la demanda de energía se genera en tiempo real.	No hay una gestión de la demanda, ya sea en cualquier momento del día o en cualquier condición de la red eléctrica.
Optimización del transporte eléctrico	Los sistemas de control inteligente facilitan intercambios de energía entre dispositivos, lo que resulta en pérdidas energéticas reducidas gracias a distancias más cortas.	Se experimentan considerables pérdidas de energía debido a la antigüedad de las infraestructuras y las extensas distancias.

**Fuente:** elaboración propia.

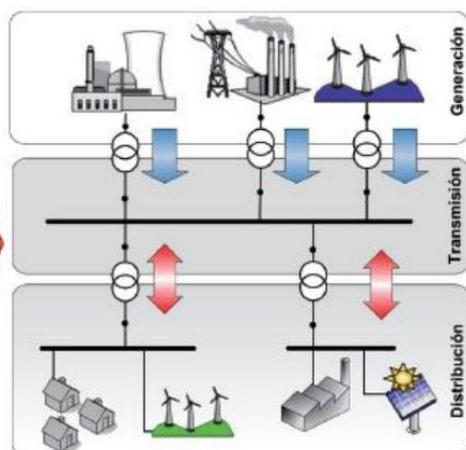
### Flujo bidireccional

Indudablemente, una de las características más destacadas que distingue a una red inteligente de una convencional es su habilidad para respaldar un flujo bidireccional de energía.

Esto significa que los usuarios tienen la posibilidad de convertirse en proveedores al aprovechar las tecnologías de energía renovable.

### Figura 7

*Sistemas de distribución bidireccional*



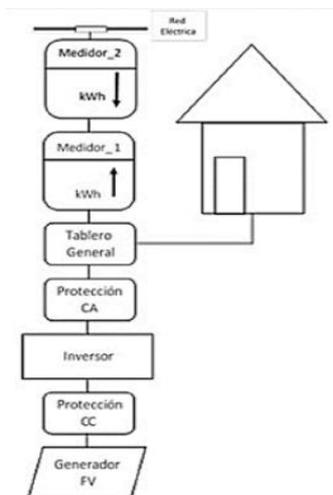
**Fuente:** (Muñoz-Vizhñay et al., 2018)

### Aspecto técnico de la interconexión con la red eléctrica

La electricidad generada a través de energía fotovoltaica se utiliza para alimentar la demanda del usuario, y cualquier excedente se vierte en la red eléctrica. La principal ventaja de este sistema radica en el medidor, el cual gira en una dirección cuando el cliente consume energía y en dirección opuesta cuando la energía se inyecta a la red.

**Figura 8**

*Conexión al excedente de la generación distribuida a la red*



**Fuente:** (Muñoz-Vizhñay et al., 2018)

**Generalidades**

Aunque las redes eléctricas inteligentes pueden adaptar su diseño según los progresos tecnológicos, es esencial comprender las características fundamentales de las Smart Grid.

**Tabla 12**

*Generalidades básicas de las Smart Grid*

Generalidades	Descripción
Infraestructura de medición avanzada (AMI)	En el diseño de una red inteligente, se contempla la utilización de medidores digitales avanzados con capacidad bidireccional de comunicación. Estos medidores permiten la conexión y desconexión remota de servicios, supervisan la tensión y la corriente, y ofrecen lecturas en tiempo real.
Sistema de gestión de cortes (OMS)	En esta fase de un Smart Grid, se busca identificar y solucionar interrupciones en el suministro de energía de manera rápida y eficaz.
SCADA	El sistema SCADA engloba varias soluciones para recopilar información de un proceso o planta, que no necesariamente es de naturaleza industrial. Esto posibilita llevar a cabo análisis en tiempo real o estudios posteriores, permitiendo obtener indicadores que ofrecen retroalimentación sobre un proceso u operación.
Sistema de distribución de gestión (DMS)	La administración de energía de esta índole posibilitará a los consumidores, entre otros servicios, tener el control, automatizar el uso de la energía, implementar prácticas de conservación y responder a la demanda de acuerdo con sus preferencias personales.

**Fuente:** elaboración propia.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Situación geográfica y ventaja solar**

Ecuador al encontrarse sobre la línea ecuatorial, proporciona una exposición constante a la radiación solar a lo largo del año.

La radiación solar es un recurso valioso para la generación de energía lo que contribuye a un potencial significativo para la captura de energía solar.

### **Influencia de la Cordillera de los Andes**

Aunque Ecuador se beneficia de su ubicación en la línea ecuatorial, la existencia de la Cordillera de los Andes genera microclimas que pueden impactar el potencial solar en algunas áreas. Es crucial tener en cuenta estos microclimas al diseñar la implementación de tecnologías solares, ya que podrían tener repercusiones significativas en la eficiencia y la productividad de los sistemas solares.

### **Variabilidad en la radiación solar**

La GHI anual varía desde 2.9 KWh/m<sup>2</sup>/día a 6.3 KWh/m<sup>2</sup>/día en Ecuador, esto indica que hay variabilidad en la cantidad de radiación solar recibida en diferentes partes del país.

### **Distribución de la radiación solar**

Aproximadamente el 75% del territorio ecuatoriano tiene niveles de radiación por encima de 2.9 KWh/m<sup>2</sup>/día.

En las provincias de Pichincha e Imbabura, el alto potencial solar se sitúa en el rango de 4.5 a 5.7 KWh/m<sup>2</sup>/día, indicando un gran potencial para la generación de energía solar.

La alta radiación solar en las provincias mencionadas sugiere una alta viabilidad de implementación de tecnologías solares en la diversificación de la matriz energética.

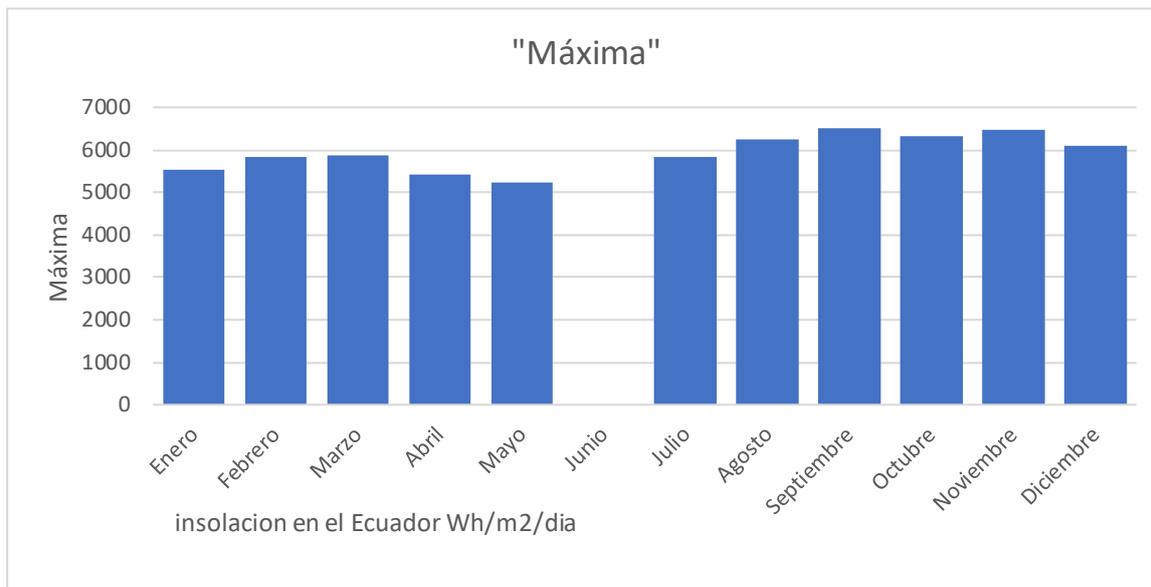
### **Atlas Solar del Ecuador**

La creación de un "Atlas Solar del Ecuador" indica un enfoque estratégico para aprovechar un enfoque estratégico del gobierno para aprovechar al máximo el potencial solar del país, un Atlas de este tipo proporciona información detallada y accesible sobre la radiación solar, lo que es esencial para la planificación y ejecución eficientes de proyectos solares.

En cuanto a los datos recolectados obtenidos de Atlas Solar en Ecuador es favorable para la integración de energías fotovoltaicas.

## Gráfico 1

*Radiación solar máxima en Ecuador*



**Fuente:** elaboración propia.

### Sombreado y rendimiento fotovoltaico

En la obtención de datos resalta correctamente que la presencia de sombreado es un factor crucial al instalar sistemas FV, ya que puede afectar negativamente el rendimiento de los paneles solares al reducir la cantidad de luz que alcanza las celdas.

### Software System Advisor Model (SAM)

En el estudio se menciona el uso del software SAM desarrollado por el laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) para la simulación horaria de instalaciones fotovoltaicas. Esto indica un enfoque técnico y científico en la planificación de sistemas solares.

### Derivación de información del estudio especificado

La información esencial de la simulación proviene del estudio titulado "Dimensionamiento y algoritmo para la distribución de electrolinerías alimentadas por sistemas fotovoltaicos para cargar bicicletas eléctricas en la ciudad de Quito". Este enfoque específico y detallado proporciona credibilidad a los datos utilizados en dicha modelación detallada de la radiación solar en la región.

### Análisis de escenarios y sombreado cercano

Se destaca que los autores llevaron a cabo un análisis de cuatro escenarios distintos para evaluar el sombreado cercano en ubicaciones específicas de la ciudad de Quito. Esto indica una consideración detallada de las condiciones locales y los posibles obstáculos que podrían afectar la radiación solar.

### Variación estacional

Debido a la inclinación del eje de la Tierra, la posición del sol en el cielo experimenta variaciones estacionales, siendo más elevada durante el verano en comparación con el invierno. Este fenómeno

tiene consecuencias directas en la eficiencia de la captación de energía solar. La inclinación del eje polar de la Tierra, que es de  $23.45^\circ$  con respecto al plano de su órbita alrededor del sol, resulta fundamental, ya que influye en la variación anual de la posición del sol en el cielo.

### **Limpieza y mantenimiento**

Se enfatiza la importancia de llevar a cabo limpieza y mantenimiento de forma regular. Se señala que la acumulación de polvo, suciedad y contaminantes puede tener un impacto adverso en la eficiencia de los paneles solares al disminuir la cantidad de radiación solar que llega a ellos. La recomendación de utilizar agua y un detergente suave se considera práctica y está en concordancia con las prácticas de mantenimiento recomendadas.

Dada la recuperación de la inversión al pasar de los años. Se estima para dentro de 15 años realizar una pequeña inversión para mantenimiento del inversor y los paneles solares, lo que viene ha ser conveniente por ser un tiempo largo al realizar gastos en mantenimiento.

### **Radiación solar significativa**

A pesar de las posibles variaciones debido a la altitud y condiciones climáticas, la radiación solar sigue siendo significativa en Quito, alcanzando alrededor de  $4.57 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ . Esto sugiere que la ciudad aún cuenta con niveles de radiación solar que permiten la generación efectiva de energía a través de sistemas fotovoltaicos.

### **Variación estacional**

La tabla 2 proporciona datos mensuales sobre la irradiación horizontal global y la irradiación difusa horizontal. Se observa una variación estacional, siendo la irradiación más alta en los meses de agosto y la más baja en noviembre.

### **Ubicación estratégica**

La elección de la terraza del edificio principal para la instalación fotovoltaica surge como una ubicación estratégica. Las instalaciones en las terrazas suelen ofrecer una exposición solar óptima y la capacidad de aprovechar al máximo la radiación solar disponible.

### **Área de la instalación**

La superficie de  $477.15 \text{ m}^2$  en la terraza del edificio principal indica que se ha dedicado un espacio considerable para la instalación fotovoltaica. Un área extensa puede permitir la implementación de un mayor número de paneles solares, que en este caso se instalaron 197 paneles, lo que podría traducirse en una mayor capacidad de generación de energía.

La elección de la terraza de la corporación para la instalación FV ofrece una exposición solar óptima y la capacidad de aprovechar al máximo la radiación solar disponible.

### **Contribución a la sostenibilidad**

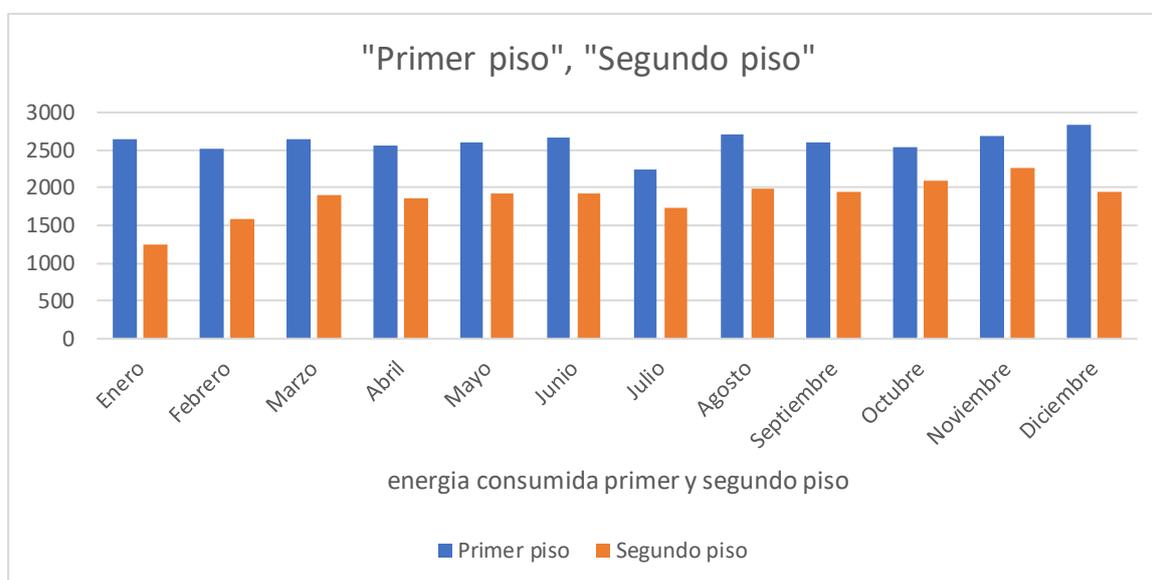
La instalación de un sistema fotovoltaica en una entidad como la Corporación MARESA Center sugiere un compromiso con la sostenibilidad y la adopción de fuentes de energía renovable. La generación de energía solar puede contribuir significativamente a la reducción de la huella de carbono y a los objetivos de sostenibilidad de la organización.

### Variación de consumo diferencial entre pisos

Se aprecia que, en general, el consumo eléctrico en el primer piso es mayor que en el segundo piso en la mayoría de los meses. La diferencia en los niveles de consumo entre los pisos podría deberse a las actividades específicas realizadas en cada área y podría ser objeto de un análisis más detenido.

#### Gráfico 2

*Diferencia de consumo en primer y segundo piso*

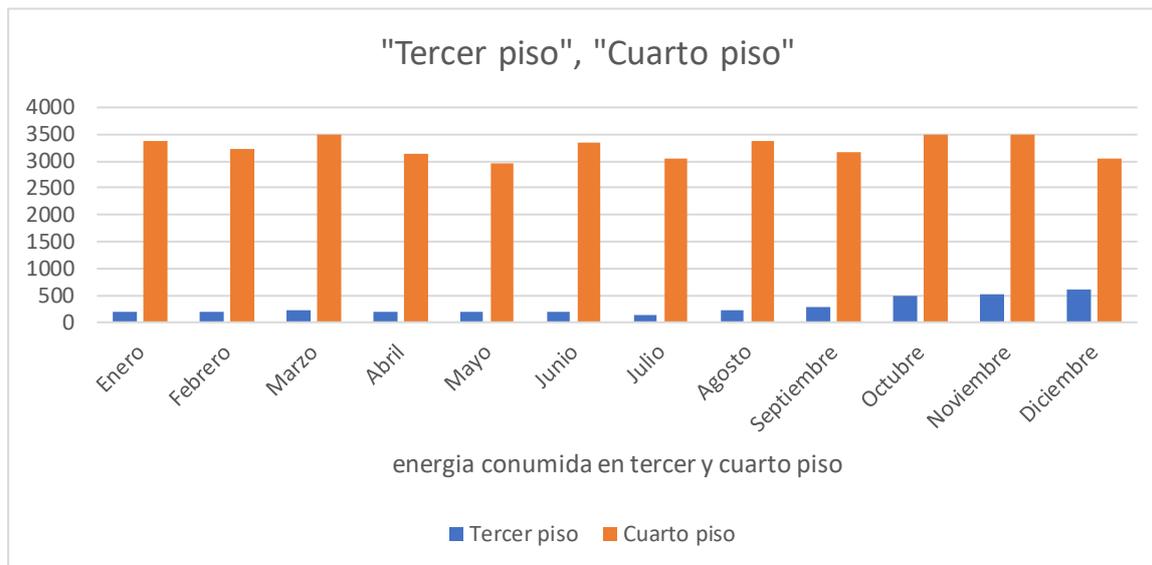


**Fuente:** elaboración propia.

De igual manera para el tercer y cuarto piso se aprecia un mayor consumo en el cuarto piso en la mayoría de los meses siendo el mes de noviembre con mayor consumo.

**Figura 11**

*Diferencia de consumo eléctrico en el tercer y cuarto piso*

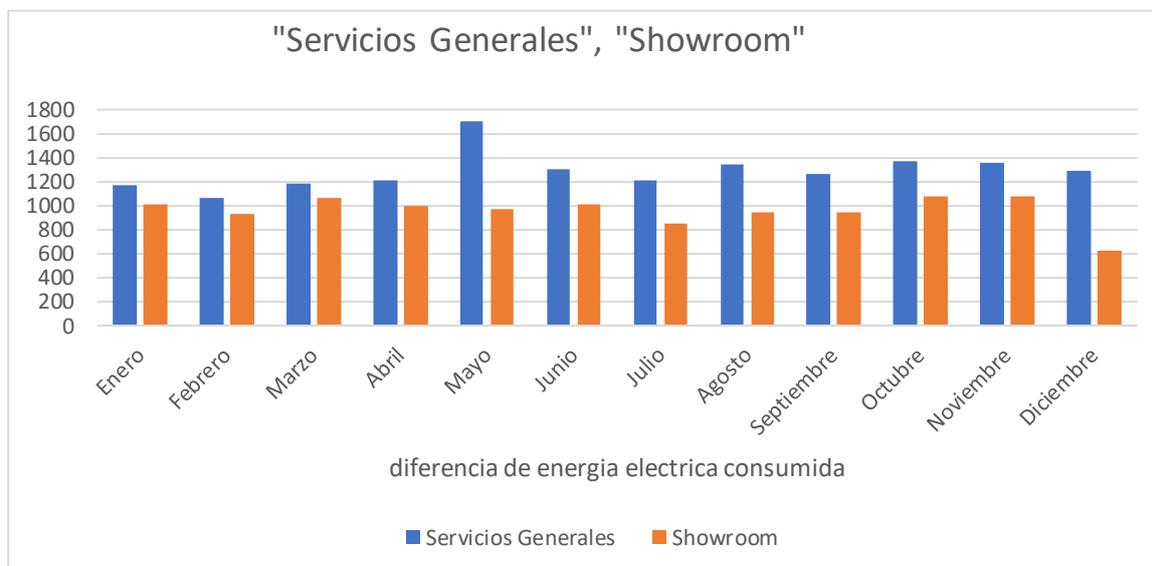


**Fuente:** elaboración propia.

Se destaca que el consumo eléctrico en mayo es significativamente más alto en el Showroom. Esto podría deberse a eventos o actividades especiales planificadas para ese mes. Identificar las razones detrás de estos picos puede ayudar a optimizar el consumo.

**Figura 12**

*Diferencia de consumo en las dos áreas de la corporación*



**Fuente:** elaboración propia.

El consumo total de todos los departamentos de la corporación registrado a través de la red eléctrica Quito, es de un valor 18254.1108 KWh

### **Energía entregada de los paneles solares**

La energía entregada por los 197 paneles FV instalados en la corporación es de un total de 17013.5506 KWh, lo que significativamente conlleva a una disminución en la factura eléctrica, en pocas palabras la energía eléctrica por parte de los paneles produce un 96.7% y la red pública Quito produce el 3.26% al año.

### **Ahorro significativo**

El gasto de 3.606.7\$ es por el consumo de energía suministrada por la red eléctrica Quito. Y por la nueva energía de consumo proveniente de los paneles es de 1240.5602 KWh a comparación de los 18254.1108 KWh proveniente de la red eléctrica Quito, proyectándose así un valor de 3497.70\$ ahorrando así 109.17\$

### **Excedente**

En general se llega a entregar un total de 1975.581 KWh a la red eléctrica Quito por la producción excedente de paneles solares.

### **Smart Grid eficiencia y suministro continuo**

La finalidad principal de las SMART GRID es optimizar las operaciones eléctricas para garantizar un suministro continuo de energía de manera más eficiente. Esto significa que la red está diseñada para ser más receptiva, adaptable y capaz de anticipar y responder a las demandas cambiantes de los usuarios

### **Análisis general**

Las Smart Grid se caracterizan por ser más avanzadas, eficientes y adaptativas debido a la amplia automatización, inteligencia en tiempo real y la participación de los consumidores

La red eléctrica convencional, en comparación, carece de estas características avanzadas, lo que puede resultar en mayores pérdidas energéticas y menor eficiencia operativa.

### **Inyección de excedente en la red**

Cuando la generación de energía solar es superior a la demanda del usuario, el excedente se vierte en la red eléctrica. Esto se conoce comúnmente como "net metering" o medición neta, donde el usuario puede obtener créditos por la energía excedente que aporta a la red.

### **Funcionamiento del medidor**

La eficacia de este sistema se destaca mediante el uso de un medidor que gira en una dirección cuando el cliente consume energía y en dirección opuesta cuando la energía se inyecta a la red. Esto permite llevar un registro preciso de la cantidad de energía consumida y la cantidad de excedente entregado a la red.

### **Fomento de la generación distribuida**

Este tipo de sistema fomenta la generación distribuida, donde los usuarios no solo consumen energía de la red, sino que también contribuyen a la producción de electricidad renovable, promoviendo la sostenibilidad y la resiliencia del sistema eléctrico.

## **CONCLUSIÓN**

De toda la información obtenida y analizada podemos concluir que la eficiencia entregada por los paneles fotovoltaicos al estar ubicados en una zona amplia como lo es la terraza de las instalaciones de la Corporación MARESA Center con lo que permite la colocación de 197 paneles solares produciendo un 96.7% más que la red eléctrica Quito siendo el 3.26%

El estudio realizado de la generación fotovoltaica mediante los paneles solares tanto técnico como económico hablando de costos de inversión, el tiempo de recuperación de la inversión realizada es el ahorro que presenta al instalar sistemas fotovoltaicos, del análisis realizado se presenta un ahorro anual del 93%, disminuyendo la participación con la red eléctrica Quito, sino que también reducen costos asociados a la factura reduciendo costos asociados como la recolección de basura, servicios de bomberos y alumbrado público.

En conclusión, la evaluación del impacto ambiental de las Smart Grid en gestión de la generación FV distribuida revela grandes beneficios para el medio ambiente, ya que mejora en la gestión de energía solar contribuyendo a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, a la resiliencia al estar más cercano a la generación y al usuario final, sino que también promueve un enfoque más respetuoso con el entorno.

## REFERENCIAS

Abella, C.-M. A., & Abella, M. A. (N.D.). Sistemas Fotovoltaicos Sistemas Fotovoltaicos Sistemas Fotovoltaicos Contenido.

Arrieta Mario, Olmos Carlos, Izquierdo Luis, & Álvarez Ramón. (2012). INCLINACION SOLAR. 10, 97–107.

Berrío, L. H., & Zuluaga, C. (2014). Smart Grid And Solar Photovoltaic Energy As Renewable Energy Source For The Distributed Generation In The Global Energy Context. *Ingeniería Y Desarrollo*, 32(2), 369–396. <https://doi.org/10.14482/Inde.32.2.4957>

Cabeza López-Vázquez, J. (2016). ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA Proyecto Fin De Carrera ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS SMART GRIDS (Study Of The Present Situation Of Smart Grids) Para Acceder Al Título De INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN.

Cedeño Garcia Erik Alfonso. (2023). ESTUDIO PARA LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES EN LA CORPORACIÓN MARESA CENTER PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE LA RED PÚBLICA.

Colmenar Santos Antonio, Borge Diez David, Castro Gil Manuel Alonso, & Collado Fernandez Eduardo. (2015, September 20). Generación Distribuida, Autoconsumo Y Redes Inteligentes.

Forma Sugerida De Citación ; Dávila, R., Vallejo, D. A., Soria, R., & Ordoñez, F. (2020). Evaluation Of The Technical And Economic Potential Of Solar Photovoltaic Technology For Electrical Microgeneration In Quito Metropolitan District Residential Sector Evaluación Del Potencial Técnico Y Económico De La Tecnología Solar Fotovoltaica Para Micro Generación Eléctrica En El Sector Residencial Del Distrito Metropolitano De Quito. 17, 80–91.

Junior, C., & Alvarado, C. (2023). La Energía Solar Fotovoltaica Distribuida Y Las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids) Como Alternativa Para Diversificar La Matriz Energética.

Luis Humberto Berrío, & Carlos Zuluaga. (2014). Smart Grid Y La Energía Solar Fotovoltaica Para La Generación Distribuida: Una Revisión En El Contexto Energético Mundial. 32, 369–396.

Muñoz-Vizhñay, J. P., Rojas-Moncayo, M. V., & Barreto-Calle, C. R. (2018). Incentivo A La Generación Distribuida En El Ecuador. *Ingenius*, 19, 60–68. <https://doi.org/10.17163/Ings.N19.2018.06>

Ramos Eduardo. (2020). La Generación Distribuida: El Camino Hacia La Producción Descentralizada De Electricidad Y Pautas Para Su Reglamentación (11; 8).

Revelo Jairo. (N.D.). UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Sánchez, J. (2016). Estimación Del Impacto De Las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids) En El Precio De La Electricidad En Colombia.

Sandoval-Ruiz Cecilia E. (2018). Códigos Reed Solomon Para Sistemas distribuidos de Energías Renovables Y Smart Grids A Través De Dispositivos Electrónicos Inteligentes Sobre Tecnología FPGA. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 16(0), 37–54.

Santana, I. R., & Msig, J. (N.D.). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO ELÉCTRICO TEMA: ANÁLISIS MATEMÁTICO DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO DE SILICIO AUTORES: JEFFERSON EUSEBIO CATA SÁNCHEZ FULTON MIJAIL RODRÍGUEZ SÓCOLA TUTOR.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA Trabajo De Titulación Previo A La Obtención Del Título De INGENIERO ELÉCTRICO. (N.D.).

Vaca Revelo Diego, & Ordoñez Freddy. (2020). MAPA\_SOLAR\_DEL\_ECUADOR\_Final. 6–27.

Velasco, G. F., & Cabrera, E. (N.D.). Generación Solar Fotovoltaica Dentro Del Esquema De Generación Distribuida Para La Provincia De Imbabura.

Villegas Codena Wilmer Javier. (N.D.). Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica Estudio Para El Suministro De Energía Eléctrica.

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) 