



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGIA RENOVABLE Y  
EFICIENCIA ENERGETICA

TEMA:

**Estudio de factibilidad de un sistema fotovoltaico para el Edificio  
Riverfront 1**

AUTOR:

Andrade Guillen Jorge Israel

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de  
**MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS  
RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

TUTOR:

Ing. Mazzini Muñoz Gustavo Miguel M.Sc.

Guayaquil, 30 de julio del 2025



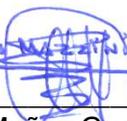
**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍA RENOVABLE Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Andrade Guillén Jorge Israel** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**TUTOR**

  
GUSTAVO MAZZINI MUÑOZ

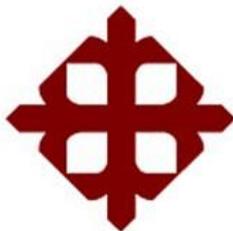
f. \_\_\_\_\_  
Ing. Mazzini Muñoz Gustavo Miguel, M.Sc

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**



f. \_\_\_\_\_  
Ing. Bohórquez Escobar Bayardo, M.Sc

Guayaquil, 30 de julio del 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍA RENOVABLE Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Andrade Guillén Jorge Israel**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL EDIFICIO RIVERFRONT 1**”, previa a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes. Consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

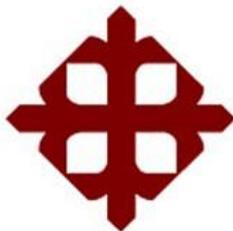
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 30 de julio de 2025

ANDRADE GUILLEN JORGE ISRAEL

f. 

Ci: 0927148247



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍA RENOVABLE Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Andrade Guillén Jorge Israel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación de maestría titulado: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL EDIFICIO RIVERFRONT 1”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 30 días del mes de julio del año 2025

ANDRADE GUILLÉN JORGE ISRAEL

f. 

Ci: 0927148247

## INFORME DE COMPILATIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL EDIFICIO RIVERFRONT 1**”, presentado por el estudiante Andrade Guillen Jorge Israel, fue enviado al Sistema Anti plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al (4 %), por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

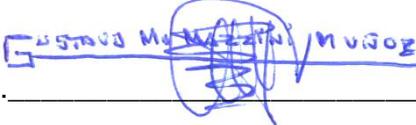
 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

**UCSG-JORGE ANDRADE - TESIS-01-02-2023 revisada urkun (3).languageool (Recuperado automáticamente)**

**4%**  
Textos sospechosos

**< 1% Similitudes**  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
**6% Idiomas no reconocidos (ignorado)**  
0% Textos potencialmente generados por IA

|  |  |   |
|--|--|---|
| Nombre del documento: UCSG-JORGE ANDRADE - TESIS-01-02-2023 revisada urkun (3).languageool (Recuperado automáticamente).docx<br>ID del documento: 6f637368fc5834f6cbe6a5502e121e63ab6a77f7<br>Tamaño del documento original: 20,56 MB<br>Autores: [] | Depositante: Ricardo Xavier Ubilla Gonzalez<br>Fecha de depósito: 12/3/2025<br>Tipo de carga: Interface<br>fecha de fin de análisis: 12/3/2025 | Número de palabras: 14.810<br>Número de caracteres: 100.257 |
|--|--|---|

  
f. \_\_\_\_\_

Ing. Mazzini Muñoz Gustavo Miguel, M.Sc

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría dedicarlo a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Esta tesis no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mi amada esposa, que fue un gran apoyo emocional durante el tiempo en que cursaba la maestría.

Mis padres, quienes me apoyaron incondicionalmente durante este tiempo. A mis maestros, quienes con sus enseñanzas nos brindaron sus conocimientos para ponerlos en práctica en este proyecto de titulación y de esta manera alcanzar los resultados que buscaba como profesional.

A la memoria de mi suegra, la Dra. Matilde Dolores Veloz Valarezo, quien siempre me motivó para seguir preparándome.

A la memoria del Ing. Orly Guzmán, que siempre fue de gran ayuda aportando sus conocimientos en las clases.

## **Agradecimientos**

El presente trabajo de tesis me gustaría agradecer a ti Dios, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Agradezco a mi esposa por motivarme a seguir preparándome, ya que sin su ayuda no hubiera podido seguir adelante con la maestría.

Quisiera agradecer a mis papás, quienes me inculcaron desde pequeño la dedicación y la responsabilidad para llegar a obtener las metas que me propongo.

A la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional de tercer nivel.

Mi tutor de tesis, Ing. Gustavo Mazzini, M.sc. por su esfuerzo, dedicación que, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores que durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, su enseñanza.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

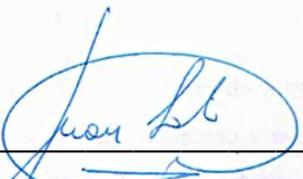
SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍA RENOVABLE Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f.   
\_\_\_\_\_

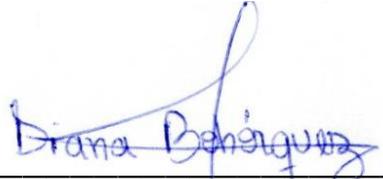
**M.Sc. Gustavo Miguel Mazzini Muñoz**

TUTOR

f.   
\_\_\_\_\_

**Ph.D Juan Carlos Lata García**

REVISOR

f.   
\_\_\_\_\_

**MSc. Diana Carolina Bohórquez Heras**

REVISOR

f.   
\_\_\_\_\_

**Ph.D. Celso Bayardo Bohórquez Escobar**

DIRECTOR DEL PROGRAMA

# ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                                      | 2  |
| <b>1. ASPECTOS GENERALES</b> .....                           | 2  |
| 1.1. Introducción .....                                      | 2  |
| 1.2. Descripción de la situación problemática .....          | 3  |
| 1.3. Justificación del problema .....                        | 3  |
| 1.5. Objetivos .....   | 3  |
| 1.5.1. Objetivo general .....                                | 3  |
| 1.5.2. Objetivos específicos .....                           | 4  |
| 1.6. Hipótesis .....   | 4  |
| 1.7. Metodología de la investigación .....                   | 4  |
| <br>   |    |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                                     | 5  |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....                                | 5  |
| 2.1. Energías no renovables .....                            | 5  |
| 2.2. Concepto de seguridad Energética .....                  | 6  |
| 2.2. Energías renovables .....                               | 6  |
| 2.3.1 El sol .....   | 7  |
| 2.3.1. Energía hidráulica .....                              | 8  |
| 2.3.2. Energía eólica .....                                  | 9  |
| 2.3.3. Energía Geotérmica .....                              | 9  |
| 2.3.4. Energía Mareomotriz .....                             | 10 |
| 2.3.5. Biomasa .....   | 11 |
| 2.3.6. Energía solar térmica .....                           | 11 |
| 2.3.7. Energía solar fotovoltaica .....                      | 13 |
| 2.2.2. Radiación solar .....                                 | 14 |
| 2.3. Horas sol pico .....                                    | 16 |
| 2.3.2. Incidencia de sombras sobre los paneles solares ..... | 17 |
| 2.4. Tipos de paneles solares .....                          | 19 |
| 2.4.4.1. Panel monocristalino .....                          | 20 |
| 2.4.4.2. Panel policristalino .....                          | 20 |
| 2.4.4.3. Panel amorfo .....                                  | 21 |
| 2.4.4.4. Orientación solar de los paneles .....              | 22 |
| 2.4.4.5. Configuraciones de conexión .....                   | 22 |
| 2.4.5. Banco de baterías .....                               | 24 |

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| 2.4.5.1            | Baterías para aplicación solar .....               | 24 |
| 2.4.5.2.           | Batería VRLA .....                                 | 24 |
| 2.4.5.3.           | Baterías de níquel Cadmio .....                    | 25 |
| 2.4.6.             | Inversor .....                                     | 26 |
| 2.4.6.1            | Inversor autónomo.....                             | 26 |
| 2.4.6.2.           | Inversor interconectado a la red .....             | 27 |
| 2.5.               | Aplicaciones de la energía fotovoltaica.....       | 28 |
| 2.5.1.             | Sistema de bombeo solar fotovoltaico .....         | 29 |
| 2.5.2.             | Sistema fotovoltaico autónomo .....                | 29 |
| 2.5.3.             | Sistema fotovoltaico interconectado a la red ..... | 30 |
| <br>               |  |    |
| CAPÍTULO III ..... |  | 32 |
| 3.                 | ANÁLISIS DE VARIABLES .....                        | 32 |
| 3.1.               | Antecedentes .....                                 | 32 |
| 3.2.               | Referencia geográfica.....                         | 32 |
| 3.3.               | Radiación solar.....                               | 33 |
| 3.4.               | Cálculo de sombra .....                            | 34 |
| 3.5.               | Índice de temperatura .....                        | 35 |
| 3.6.               | Generalidades climatológicas en el predio.....     | 36 |
| 3.7.               | Consumo de energía eléctrica anual .....           | 37 |
| 3.7.               | Diagrama Unifilar de acometida hasta TDP .....     | 38 |
| <br>               |  |    |
| CAPÍTULO IV .....  |  | 40 |
| 4.                 | DISEÑO FOTOVOLTAICO .....                          | 40 |
| 4.1.               | Diseño teórico.....                                | 54 |
| 4.2.               | SoftwarPVsyst.....                                 | 57 |
| 4.3.               | Dimensionamiento.....                              | 58 |
| 4.3.1              | Selección de ubicación.....                        | 58 |
| <br>               |  |    |
| CAPÍTULO V .....   |  | 66 |
| 5.                 | ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO.....                     | 66 |
| 5.1.               | Evaluación técnica.....                            | 66 |
| 5.1.1.             | Beneficios técnicos del sistema fotovoltaico.....  | 66 |
| 5.1.2.             | Marco legal regulaciones.....                      | 66 |
| 5.2.               | Evaluación Económica.....                          | 68 |

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO VI</b> .....                       | 77 |
| <b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | 77 |
| <b>6.1. CONCLUSIONES</b> .....                 | 77 |
| <b>6.2. RECOMENDACIONES</b> .....              | 78 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....                      | 79 |
| <b>TERMINOLOGÍA</b> .....                      | 81 |
| <b>ANEXOS</b> .....                            | 83 |

## CAPÍTULO II

### ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2. 1. Recursos energéticos no renovables .....                | 5  |
| Figura 2. 2. Introducción de las energías renovables.....            | 7  |
| Figura 2. 3. Composición del sol.....                                | 8  |
| Figura 2. 4. Central hidráulica .....                                | 9  |
| Figura 2. 5. Central Eólica Villonaco.....                           | 9  |
| Figura 2. 6. Central geotérmica.....                                 | 10 |
| Figura 2. 7. Central mareomotriz .....                               | 10 |
| Figura 2. 8. Proceso de biomasa .....                                | 11 |
| Figura 2. 9. Captador solar plano.....                               | 12 |
| Figura 2. 10. Funcionamiento de sistema termo solar .....            | 13 |
| Figura 2. 11. Granja solar fotovoltaica .....                        | 14 |
| Figura 2. 12. Mapa mundial de la radiación solar.....                | 15 |
| Figura 2. 13. Irradiación solar global en ecuador .....              | 16 |
| Figura 2. 14. Irradiación solar difusa en ecuador .....              | 16 |
| Figura 2. 15. Horas sol pico .....                                   | 17 |
| Figura 2. 16. Incidencia de la sombra en módulos fotovoltaicos ..... | 18 |
| Figura 2. 17. Estructura autosoportada para paneles solares .....    | 19 |
| Figura 2. 18. Estructura elevada con riel para paneles solares ..... | 19 |
| Figura 2. 19. Panel monocristalino.....                              | 20 |
| Figura 2. 20. Panel policristalino .....                             | 21 |
| Figura 2. 21. Panel amorfo.....                                      | 21 |
| Figura 2. 22. Orientación solar .....                                | 22 |
| Figura 2. 23. Conexión en serie panel solar .....                    | 23 |
| Figura 2. 24. Conexión en paralelo .....                             | 23 |
| Figura 2. 25. Banco de batería.....                                  | 24 |
| Figura 2. 26. Batería de plomo ácido.....                            | 25 |
| Figura 2. 27. Batería de Níquel Cadmio .....                         | 25 |
| Figura 2. 28. Batería de litio .....                                 | 26 |
| Figura 2. 29. Inversor autónomo off grid.....                        | 27 |
| Figura 2. 30. Inversor on grid .....                                 | 28 |
| Figura 2. 31. Sistema de bombeo solar .....                          | 29 |
| Figura 2. 32. Sistema fotovoltaico autónomo .....                    | 30 |
| Figura 2. 33. Sistema fotovoltaico interconectado a la red .....     | 31 |

## **CAPÍTULO III**

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 3. 1 Ubicación del edificio rivert front I..... | 32 |
| Figura 3. 2. Radiación solar en guayaquil.....         | 33 |
| Figura 3. 3 Radiación global difusa.....               | 34 |
| Figura 3. 4. Calculadora de incidencia de sombra ..... | 35 |
| Figura 3. 5. Temperatura anual en guayaquil.....       | 36 |
| Figura 3. 6. Resumen de datos climatológicos.....      | 37 |

### **ÍNDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3. 1 Datos de sombra.....  | 35 |
| Tabla 3. 2 Consumo mensual 2021 .....  | 37 |
| Tabla 3. 3. Diagrama unifilar segmento de entrada de acometida hasta TDP ..... | 39 |

## **CAPÍTULO IV**

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 4. 1. Delimitación de área generador fotovoltaico .....           | 42 |
| Figura 4. 2. PVsyst solar .....  | 43 |
| Figura 4. 3 Ubicación con coordenadas .....                              | 44 |
| Figura 4. 4. Irradiancia promedio en base a histórico .....              | 45 |
| Figura 4. 5. Selección de inclinación de módulo fotovoltaico.....        | 46 |
| Figura 4. 6. Selección de módulo fotovoltaico .....                      | 46 |
| Figura 4. 7. Eficiencia del panel solar .....                            | 47 |
| Figura 4. 8. Selección del inversor solar.....                           | 48 |
| Figura 4. 9. Dimensionamiento de la potencia de salida del inversor..... | 48 |
| Figura 4. 10. Generalidades del sistema .....                            | 49 |
| Figura 4. 11. Resumen del sistema .....                                  | 49 |
| Figura 4. 12. Proporción de rendimiento PR .....                         | 50 |
| Figura 4. 13. Balance y resultados.....                                  | 51 |
| Figura 4. 14. Periodo horario de aprovechamiento de energía.....         | 51 |

## **CAPÍTULO V**

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| Figura 5. 1. Flujo neto sin préstamo..... | 61 |
|---|----|

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 5. 1. Presupuesto eléctrico.....          | 55 |
| Tabla 5. 2. Tabla de amortización bancaria..... | 56 |
| Tabla 5. 3. Ahorro energético.....              | 58 |
| Tabla 5. 4. Tabla TIR y VAN sin prestamo .....  | 60 |

## Resumen

Las energías renovables se están volviendo un medio de generación de energía sostenible y sustentable al ser un recurso virtualmente ilimitado son considerados una alternativa ante la generación de energía convencional que utiliza la quema de combustible como recurso energético el cual conlleva consecuencias que afectan al medio ambiente y deterioran la capa de ozono con la contaminación de dióxido de carbono y otros gases pesados. El proyecto busca implementar el concepto de las energías renovables mediante un estudio de factibilidad de sistema fotovoltaico para disminuir el consumo eléctrico en el edificio Riverfront 1 y aprovechar los beneficios energéticos que el sistema posee mediante la resolución vigente del ARCERNNR-13/2021.

**Palabras clave:** Generador de energía, Energía renovable, Sistema fotovoltaico, Ahorro de energía.

## **Abstract**

The Renewable energies are becoming a means of sustainable and sustainable energy generation, being a virtually unlimited resource, they are considered an alternative to conventional energy generation that uses the burning of fuel as an energy resource, which has early consequences for the environment and they deteriorate the ozone layer with the pollution of carbon dioxide and other heavy gases. The project seeks to implement the concept of renewable energy through a photovoltaic system feasibility study to reduce electricity consumption in the Riverfront1 building and take advantage of the energy benefits that the system has through the current resolution of ARCERNNR-13/2021.

**Key words:** Power generator, Renewable energy, Photovoltaic system, Energy saving.

## **CAPÍTULO I**

### **1. ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. Introducción**

La generación de energía eléctrica es un proceso costoso, ya que para la operación de una planta es necesaria la quema de combustibles fósiles, los cuales son extraídos de las profundidades de la tierra generando un impacto al medio ambiente, desde la etapa de extracción hasta la etapa de generación. Estos recursos conocidos como hidrocarburos fueron descubiertos desde el año 1859, mediante la excavación del primer pozo de petróleo. Recurso que fue utilizado como combustible para los automóviles, la creación de centrales termoeléctricas y plantas de gasoductos, sin embargo, este recurso afecta de manera directa e indirecta al ecosistema, en la actualidad estas afecciones han dañado severamente la capa de ozono y con el pasar del tiempo la búsqueda de estos recursos se ha vuelto más escaso. Se estima que para el año 2050 la extracción de combustible fósil llegará a su fin.

Las energías renovables en conjunto con los avances tecnológicos están siendo utilizados para la generación de energías, eléctricas, térmica y mecánica siendo recursos obtenidos por la naturaleza con un impacto ambiental mínimo en la actualidad son consideradas como una solución sostenible dentro del marco energético mundial que aspira a remplazar las fuentes de energía no renovables.

Los sistemas fotovoltaicos han sido cuestionados por su alto coste de suministro e instalación, sin embargo, las grandes potencias como los continentes europeo y asiático desde año 2012 han optimizado la capacidad y eficiencia de los generadores fotovoltaicos mediante la adición de otras partículas amorfas en las placas semiconductoras para aumentar la eficiencia hasta un 30% y disminuyendo los costos de la producción volviendo sistemas fotovoltaicos una solución más accesible para la comercialización.

Ecuador, desde el periodo 2017, ha comenzado a implementar generadores fotovoltaicos de pequeña y mediana escala, como sistemas autónomos y sistemas que inyectan energía al sistema convencional, disminuyendo el consumo eléctrico por medio

de la resolución Nro. 013/2021 emitida por ARCERNNR. La tesis busca demostrar la factibilidad de la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a la red para el edificio Riverfront 1 de la ciudad de Guayaquil y si la capacidad del sistema le permite actuar como generador o disminución de consumo ante una demanda de 178 kW.

## **1.2. Descripción de la situación problemática**

El edificio Riverfront 1 cuenta con 16 pisos donde 14 de ellos son departamentos residenciales, el edificio trabaja las 24 horas del día por lo cual de los mayores problemas que tiene el edificio es el alto consumo de energía eléctrica, el cual genera un gasto mensual considerable para la copropiedad, este edificio está ubicado en el Puerto Santa Ana de la ciudad de Guayaquil, Consumo mensual promedio de 18310.11 kWh y valor a pagar de \$ 1797 dólares mensuales.

## **1.3. Justificación del problema**

Los sistemas fotovoltaicos han demostrado sistemas con grandes beneficios técnico/económico mediante la disminución de consumo eléctrico total o parcial, disminuyendo el impacto ambiental por contaminación de CO<sub>2</sub>, ya que la obtención de la energía es por medios naturales.

En la búsqueda de realizar mejoras para el ahorro energético en el edificio Riverfront 1 se propone un estudio de factibilidad de sistema solar fotovoltaico para analizar los beneficios que este nos brinda vs en el sistema eléctrico actual.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Analizar la factibilidad técnica/ económica de la implementación de un sistema fotovoltaico por medio del programa PVsyst para disminuir el consumo eléctrico del edificio Rivertfront1.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Analizar el consumo eléctrico anual del edificio Riverfront 1.
- Diseñar un sistema fotovoltaico interconectado a la red utilizando el uso del programa PVsyst.
- Realizar un estudio técnico y económico para comprobar si la implementación del sistema fotovoltaico es factible como proyecto.

### **1.6. Hipótesis**

Al realizar la propuesta de un sistema fotovoltaico interconectado a la red, se espera con la generación de la energía eléctrica diurna poder satisfacer la capacidad de energía que consume el edificio, aprovechando los beneficios que el sistema ofrece bajo la resolución del marco regulatorio vigente.

### **1.7. Metodología de la investigación**

El presente estudio utiliza ambas metodologías de la investigación cuantitativa y cualitativa, debido a que la información estadística nos sirve para comprobar la veracidad de los objetivos propuestos mediante suposiciones alcanzables y deducir qué implicación tiene el desarrollo de estos supuestos. Mediante la observación, análisis del sistema propuesto y marco regulatorio, analizaremos variables medibles, aproximadas y reales.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Energías no renovables

El concepto de energías no renovables viene desde la generación de la energía por medios o recursos limitados, como hidrocarburos, metales pesados, y otro derivado producto de la excavación en las profundidades de la tierra. Este recurso conocido como hidrocarburo proviene de la fosilización de plantas y animales en un periodo mayor a 1000 años que con los cambios climáticos y la incidencia del sol sobre el suelo se convirtieron en recursos energéticos. Por medio de la quema de estos elementos se puede obtener, energía térmica y ser transformada en energía eléctrica.

Como generadora de energías no renovable existen las centrales termoeléctricas, las centrales nucleares, las centrales de gas, parten con el mismo concepto de explotar un material para la obtención de algún tipo de energía, sin embargo, este recurso cuenta con desventajas como su difícil y limitada obtención, y el daño generado por la generación de energía. Uno de los principios más utilizados es la combustión del material el cual emite gases nocivos los cuales suben a la atmósfera generando afecciones a la capa de ozono y lluvias ácidas, el desconocimiento del daño por la obtención y producción de esta energía a hecho replantear la importancia de buscar medios que puedan regular o controlar el impacto ambiental que este ejerce en su etapa de generación.



Figura 2. 1. Recursos energéticos no renovables  
Fuente: Ecología Verde; 2004

## **2.2. Concepto de seguridad energética**

La seguridad energética no cuenta con un concepto consolidado, se creó bajo la necesidad de mantener vigente el abastecimiento perenne de energía directamente relacionado con el desarrollo de la economía, por lo que el abastecimiento de este recurso fue considerado como crítico para preservar el confort y el desarrollo de la humanidad (Fuentes, 2020). Estudios han demostrado que en los periodos de 1970 hasta 1980, ante la inseguridad de la disponibilidad del petróleo, se obligó a países importadores de estos recursos a incorporar la ley de seguridad eléctrica, creando la agencia internacional de la energía (AIE).

Desde principios del siglo XIX, la obtención del petróleo y derivados se ha vuelto un recurso difícil de obtener. Esta situación alertó a la AIE viendo la necesidad de investigar otros recursos energéticos que replacen, a largo plazo, el déficit de combustible fósil (Pesantes & Montesdeoca, 2017).

## **2.2. Energías renovables**

Según (Merino, 2007) las energías renovables son aquellas fuentes de energía primarias producidas por medio de recursos naturales de manera continua, considerando que este tipo de fuentes de energías tienen como eje motriz la incidencia del sol, ya que la interacción directa e indirecta de la energía emitida por el sol desencadena el ciclo natural de los recursos que son considerados como energías renovables, se considera un recurso virtualmente ilimitado, ya que estos se regentan por medios naturales.

Las energías renovables son utilizadas como el sustituto para las energías convencionales, Se estima que para el 2050 la extracción hidrocarburos para fines energéticos se agotará y de la población mundial sustituirá este tipo de generación por fuentes de energía renovable como generador (Sánchez, 2004), A continuación, se presentan las fuentes de energía que se generan mediante recursos naturales.

- Sol – Energía termo solar/ fotovoltaica
- Viento – Energía eólica

- Ríos y caudales – Energía hidráulica
- Océanos y mares – Energía mareomotriz
- Olas – Energía undimotriz
- Calor de la tierra – Energía geotérmica
- Biomasa – biocombustibles



*Figura 2. 2. Introducción de las energías renovables  
Fuente: UTN FRBA; 2010*

### **2.3.1 El sol**

El sol es distinguido como una gran estrella que se encuentra situada en el centro de un sistema gravitacional donde orbitan planetas, estrellas y asteroides. Estudios consideran que el sol inicialmente fue una gran estrella, la fusión de otros elementos generó la composición de una superestrella la cual posee un núcleo donde constantemente se generan interacciones entre hidrógeno y helio, se estima que el sol lleva una vida media y su extinción podría darse dentro de 5000 millones de años convirtiéndose en una estrella moribunda (Galán, 2005). A continuación, la figura 2.5. detalla las capas que conforman el sol y sus fenómenos químicos que se presentan la colisión de elementos químicos.

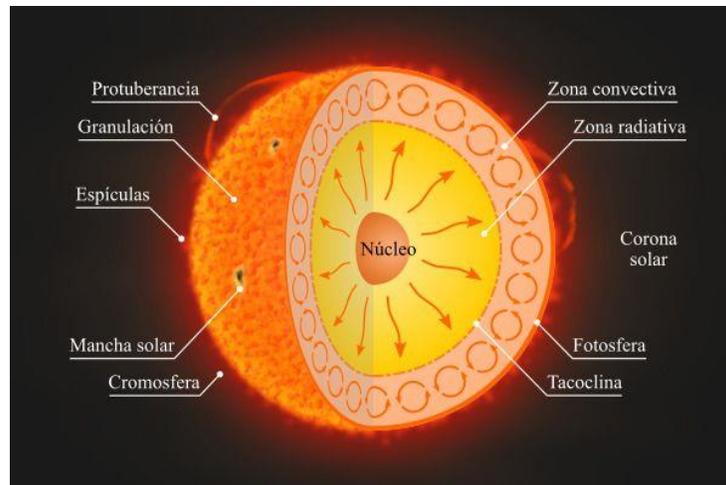


Figura 2. 3. Composición del sol  
Fuente: Astrosigma; 2012

### 2.3.1. Energía hidráulica

Después del sol uno de los recursos más indispensables dentro del desarrollo de la vida es el agua, es un recurso el cual con el desarrollo tecnológico y las ciencias aplicadas se crearon centrales hidráulicas aprovechando el movimiento de los ríos y caudales, para potenciar la velocidad actual y mediante una caída, la energía potencial a una altura considerable tendría la fuerza necesaria para mover las aspas de la turbina debido a que su flujo es constante y recirculante es considerada como una de las energías de mayor uso, dentro de la implantación de energías renovables (CENTROSUR, 2014).

Los generadores hidráulicos cuentan con un grupo de turbinas que aprovechan la energía potencial gravitatoria, la caída del flujo agua genera un golpe de paso, el movimiento de las aspas de la turbina generan energía, un torque le que da paso a la producción de la energía eléctrica, sin embargo, pese a ser uno de los sistemas más utilizados como generadores de energía y considerados virtualmente inagotable, la construcción de represas e implantación de maquinarias generan un daño desde el punto de vista ambiental, generando un impacto que debe ser considerado como análisis (CENEL EP, 2016). La figura 2.4 muestra un modelo de central hidráulica con su represa, caseta de control.



*Figura 2. 4. Central hidráulica  
Fuente: Factor energía, 2017*

### **2.3.2. Energía eólica**

La energía eólica se basa en el movimiento de las corrientes de aire, las cuales mueven aspas de turbinas que transforman la energía mecánica en energía eléctrica. Una central eólica depende mucho de la incidencia del sol y la velocidad del viento; este determinará la capacidad que pueda suministrar el generador con velocidades de hasta 70 km/h (Sarmiento & Valarezo, 2014). La figura 2.5 muestra el parque eólico Villonaco con una generación de 59.97 GWh/año.



*Figura 2. 5. Central Eólica Villonaco  
Fuente: Factor energía, 2017*

### **2.3.3. Energía geotérmica**

El principio de generación de esta energía se basa en el calor generado en las profundidades terrestres cerca de volcanes o zonas inactivas mediante un reservorio subterráneo se almacena el calor en forma de vapor de agua, este sube hasta la

superficie para ser usado como energía térmica o transformado en energía eléctrica con el movimiento del vapor en turbinas (Quispe, 2022). La figura 2.6. muestra el proceso de generación de una central térmica.

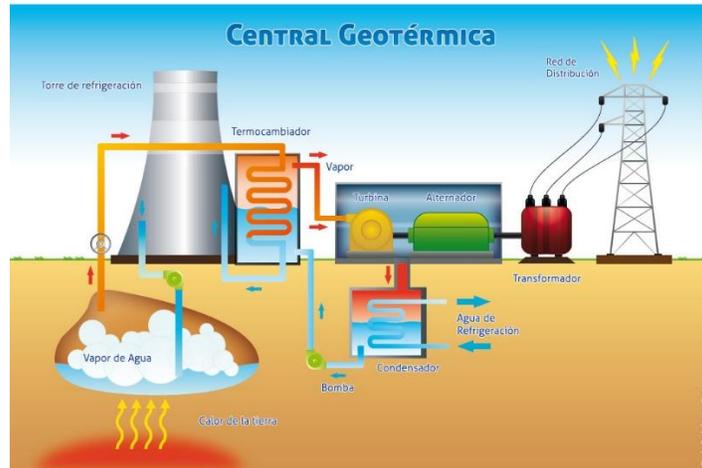


Figura 2. 6. Central geotérmica  
Fuente: Lampadía; 2012

#### 2.3.4. Energía mareomotriz

La energía mareomotriz se genera por medio del movimiento de las olas. Este movimiento es aprovechado mediante turbinas, las cuales, con el movimiento de las olas, consiguen rotar sus aspas generando energía eléctrica. Cabe recalcar que este sistema es utilizado en estaciones marítimas o radiofrecuencia naval (Ibáñez, 2015). La figura 2.7 muestra la interacción del movimiento de las olas con las palas de la turbina.

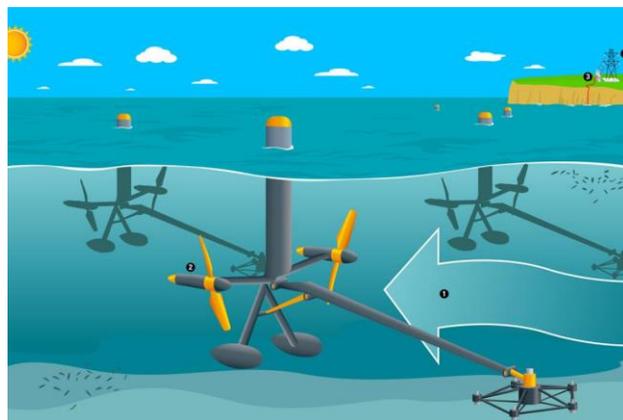


Figura 2. 7. Central mareomotriz  
Fuente: Ecología Verde; 2017

### 2.3.5. Biomasa

La generación de energía por biomasa ha sido por los años una fuente de energía utilizada por el ser humano, como fuente de combustión, el proceso de biomasa se basa en la degradación de desechos orgánicos y embonados y encapsulados una central por biomasa se utiliza como un proceso complementario donde la combustión es la fuente generada y los gases que esta emite son utilizados en procesos específicos como extracción de alcohol, metanol y otros derivados, cabe recalcar que la biomasa no es considerado igual o semejante a un combustible fósil. La constante exposición del sol ha deshidratado el compuesto. (López N., 2014). La figura 2.8 muestra el proceso de obtención de biomasa.

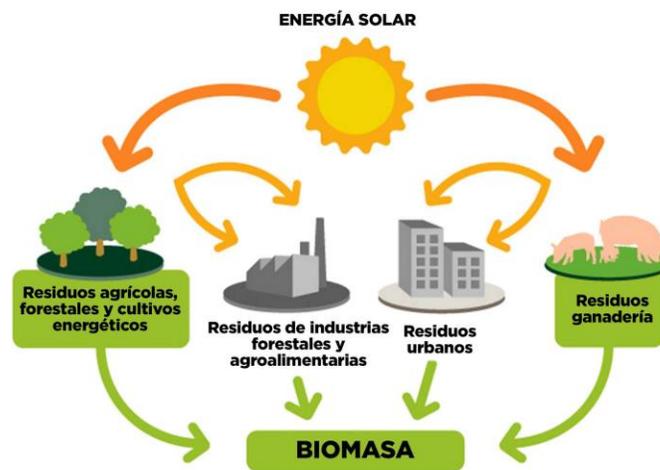


Figura 2. 8. Proceso de biomasa  
Fuente: Biomass energetic; 2004

### 2.3.6. Energía solar térmica

La energía solar térmica aprovecha la radiación emitida por el sol para generar calor, esto sucede gracias a los paneles solares térmicos, donde internamente circula un fluido calo portador al cual se transfiere el calor absorbido por el módulo solar donde puede ser usar de manera directa o reservada mediante el uso de un acumulador, el sistema también es conocido como energía termo solar y son comúnmente utilizados

como sistemas de agua caliente, sistemas de calefacción e incluso como centrales de climatización (Frías, 2012).



*Figura 2. 9. Captador solar plano  
Fuente: Ecosolar; 2016*

La energía termo solar transforma la radiación solar en energía térmica mediante la implantación de dispositivos y accesorios capaces de absorber, almacenar calor y recircular el fluido en un sistema de lazo cerrado logrando de esta manera elevar la temperatura de un fluido y disminuir dicha temperatura para ser reutilizada (Zondag & H.A., 2002).

Según (Frías, 2012, el sistema termo solar se divide en dos grupos según la temperatura que pueda conseguir el fluido; el primer grupo es de tipo concentrado cuando la temperatura del fluido logra superar los 100 °C enfocando la energía dispersa en el colector. Mientras que los de tipo colector plano pueden alcanzar temperaturas menores a 100 °C mediante la obtención de energía calórica de baja temperatura.

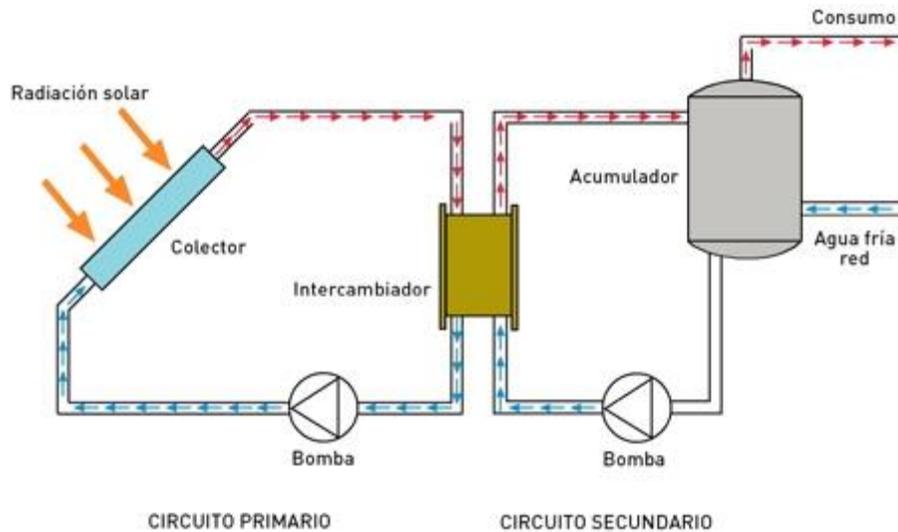


Figura 2. 10. Funcionamiento del sistema termo solar  
Fuente: Renovacorp; 2014

### 2.3.7. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se produce por la captación de radiación solar utilizando el efecto fotovoltaico donde el flujo de electrones que se genera en la placa semiconductor del panel al incidir luz sobre él; de esta manera convirtiendo la energía captada por los módulos en energía eléctrica (Escamilla & Tovar, 2011). La generación de electricidad por medio de sistema fotovoltaico es muy utilizado en zonas aisladas donde no llegan las redes eléctricas, sin embargo, este sistema funciona mediante la captación de radiación en el intervalo de horas que circula el sol por un área, no obstante, estos sistemas pueden almacenar energía que es utilizado banco de baterías como fuente de reserva en horarios nocturnos compensando la ausencia de energía que no pueden generar los paneles solares (Romero, 2020). También existen los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red, estos inyectan energía eléctrica en horario diurno, luego de este horario el sistema trabaja con la red eléctrica convencional mediante un medidor bidireccional y un sistema inteligente que se encarga de la repartición de la energía eléctrica inyectada por el sistema fotovoltaico y la red de manera que el usuario nunca pierda el servicio y se conserve el consumo en función a la demanda (Riso & Suárez, 2016).



*Figura 2. 11. Granja solar fotovoltaica  
Fuente: Ecoinventos; 2014*

### **2.2.2. Radiación solar**

Es la energía propagada por el sol en múltiples direcciones en forma de onda electromagnética producto de las reacciones entre el hidrógeno y el helio. La energía emitida mantiene la forma de onda corta, ya que pasa por una serie de procesos que debilitan la longitud de la onda (Franco, 2017).

De acuerdo con (Domínguez, 2020). La onda electromagnética propagada del sol tiene una distancia promedio de 150'000,000.00 kilómetros lo que significa que la longitud de la onda que intercepta una superficie plana en el planeta tierra en un periodo de 8.5 a 9 minutos promedio, esta radiación es proveniente de la zona radiante y la corona, ya que el núcleo del sol tarda cerca de 1'000,000.00 en lograr llegar por la superficie solar, La superficie terrestre al contener capas protectoras, debilitan gradualmente el campo electromagnético; claro está que no toda la radiación golpea la superficie terrestre, puesto que las ondas electromagnéticas viajan por todo el sistema solar, La capas que cubren la superficie terrestre son la geosfera, la fotosfera y la atmósfera; sin embargo, esta es la encargada de protegernos de las tormentas solares o un grado de radiación gracias al cúmulo de gases a su alrededor.

Según su magnitud de radiación, esta se cataloga de acuerdo con esta dentro del sistema terrestre, las cuales se les considera así. Después de pasar la atmósfera, las radiaciones terrestres se catalogan en: directa, difusa y global. Según (López, A., 2015).

Estudios indican la radiación que los componentes que forman parte de la atmósfera terrestre, elementos en forma de gas: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> pueden tener una longitud de onda que fluctúa 0.2 a 3 nm, siendo aproximadamente un 99% de radiación que toca la superficie terrestre (Franco, 2017). La figura 2.12, indica el nivel de insolación que presenta el planeta tierra.

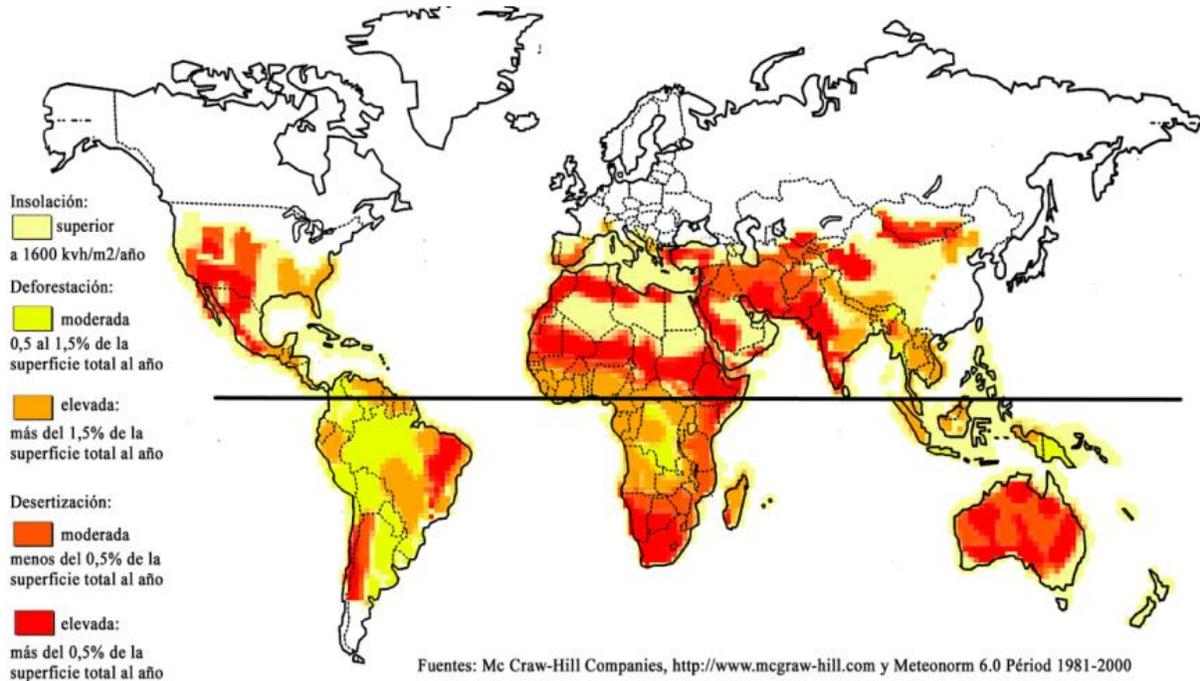


Figura 2. 12. Mapa mundial de la radiación solar  
 Fuente: Atlas solar; 2014

Ecuador es uno de los países ubicados en el centro del mundo. América del Sur colinda al norte con Colombia y al sur con Perú. Ecuador, que está dentro de la línea ecuatorial, cuenta con una buena captación de irradiación solar, sin embargo, la irradiación que el dimensionamiento de generadores termo solares y fotovoltaicos es la difusa, ya que engloba las pérdidas por nubosidad (CONELEC, 2014). Las figuras 2.13 y 2.14 muestran la irradiación solar global y la irradiación solar difusa.

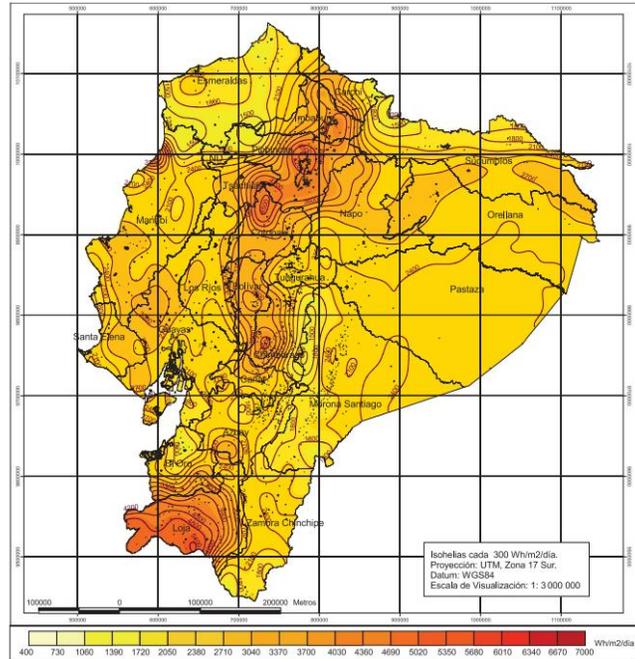


Figura 2. 13. Irradiación solar global en Ecuador  
Fuente: Atlas solar; 2014

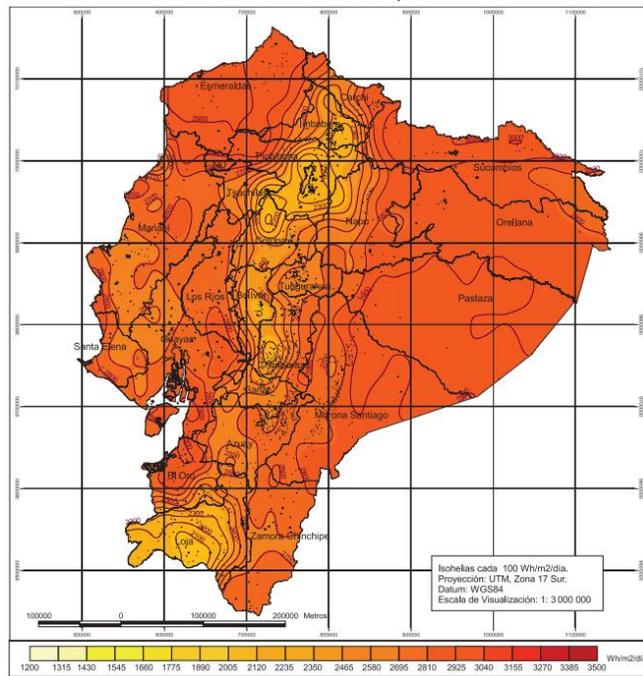


Figura 2. 14. Irradiación solar difusa en Ecuador  
Fuente: Atlas solar; 2014

### 2.3. Horas sol pico

Es conocida como las horas donde existe la mayor captación de irradiancia solar, las horas solar pico o en sus siglas HSP y considera la radiación directa y la difusa

evaluando su nivel por medio de una curva de que oscila en el tiempo. La figura 2.15. Muestra el intervalo de máximo aprovechamiento de la irradiación solar dentro del periodo horario diario.

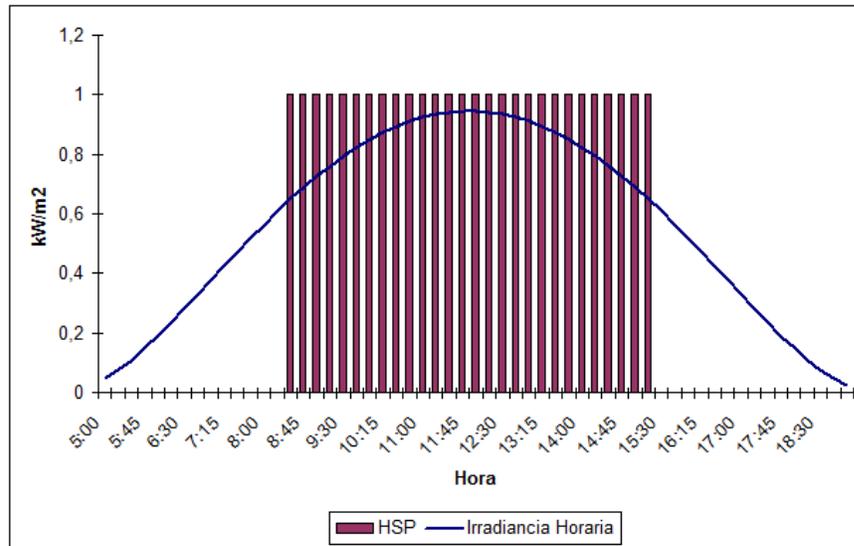


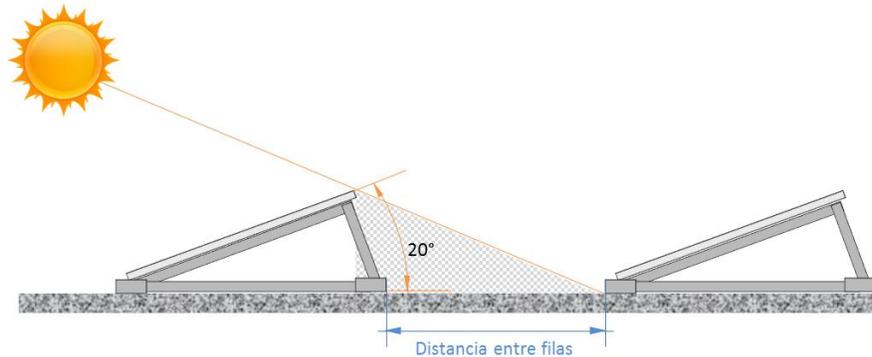
Figura 2. 15. Horas sol pico  
Fuente: Atlas solar; 2014

### 2.3.2. Incidencia de sombras sobre los paneles solares

Uno de los factores que tiene suma importancia a la hora de colocar los módulos solares sobre las estructuras es la sombra, esta ocasiona pérdida parcial o total de la luz, esta es considerada como una pérdida al sistema, ya que no permite captar la mayor cantidad de radiación solar emitida por el sol en un periodo de tiempo. Desde el punto de vista energético, las incidencias de sombras sobre los paneles solares pueden generar pérdidas energéticas, sin embargo, también puede generar puntos calientes que terminen produciendo incendios en las placas fotovoltaicas.

La sombra puede manifestarse, por la distancia de separación de un objeto con otro en función a la orientación solar, la distancia de separación de los módulos fotovoltaicos varía según su ángulo de inclinación y su elevación, pero otro punto a considerar es el área de instalación, este si está situada en un sector con edificios de diferentes elevaciones generará en algún periodo de tiempo una sombra estacionaria, el sol cambia su ciclo de movimiento en dirección norte entre los meses de diciembre a junio

y en dirección sur entre los meses de julio a noviembre; sin embargo, su rotación constante, la correcta posición de los paneles en función a su ángulo, elevación y distancia entre módulos debe tener relación directa con el movimiento del sol (Domínguez, 2020). La figura 2.16. Muestra la incidencia de sombra en un módulo con inclinación de 20 °C.



*Figura 2. 16. Incidencia de la sombra en módulos fotovoltaicos  
Fuente: Solar center; 2015*

Las estructuras permiten albergar una capacidad de módulos; de esta manera, disminuir la pérdida por incidencia de sombras. Están fabricados con material de acuerdo galvanizado en caliente. Existen diferentes tipos de estructuras, estas se fabrican según el diseño, el espacio y la altitud de los paneles con respecto a otros elementos que puedan generar sombra o menor captación de la energía. Las figuras 2.17 y 2.18 muestran diferentes tipos de estructuras autosoportadas según las necesidades que demanda la instalación.



*Figura 2. 17. Estructura autosoportada para paneles solares  
Fuente: SEI; 2018*



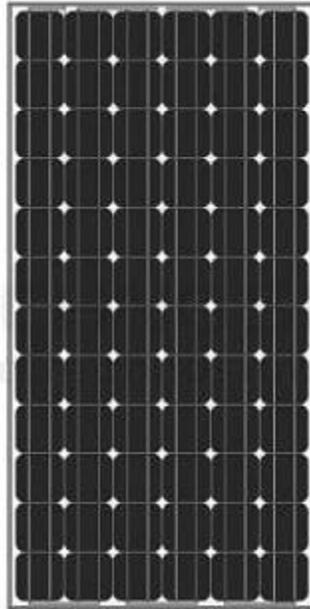
*Figura 2. 18. Estructura elevada con riel para paneles solares  
Fuente: SEI; 2018*

#### **2.4.4. Tipos de paneles solares**

Conforme a la composición que se haya designado en las células solares esta tendrá cambios que permitan al silicio ser más eficiente como semiconductor, mediante avances tecnológicos se crearon módulos más eficientes dopando al silicio de alguna impureza, misma que mejora la capacidad conductiva del semiconductor. A continuación, se detallan una de las composiciones más usadas de módulos solares como son los monocristalinos, policristalinos y amorfos. Cada panel destaca por su composición, formación y eficiencia gracias al material extrínseco que da la disposición de átomos (Bonilla, 2020).

#### 2.4.4.1. Panel monocristalino

Los paneles monocristalinos son conocidos por su coloración azul oscura y módulos en forma rectangular o hexagonal, está conformada por placas de silicio dopada de material extrínseco obteniendo 4 electrones, tiene una eficiencia que varía entre 27 y 32% (Bonilla, 2020). A continuación, se muestra en su forma física en la figura 2.19.



*Figura 2. 19. Panel monocristalino  
Fuente: Trina Solar (2016)*

#### 2.4.4.2. Panel policristalino

El panel está compuesto de pequeños microcristales compuestos por barras de silicio dopados de boro, presentan una textura azul clara y este a diferencia del módulo monocristalina se siente granulada y cortes rectangulares, esta configuración pose 3 electrones libres y se maneja con una eficiencia que varía entre el 18 al 21% (Bonilla, 2020). A continuación, se muestra su composición física en la figura 2.20.



*Figura 2. 20. Panel policristalino  
Fuente: Nova center (2016)*

#### **2.4.4.3. Panel amorfo**

Este tipo de panel no es muy convencional, posee una estructura totalmente diferente a otros módulos puesto a que no es cristalina, se destaca por su textura la cual no es uniforme y presenta un color marrón oscuro, maneja un alto grado de captación a la irradiación solar con células laminares de capa fina, aún no es considerado un material semiconductor muy eficiente su nivel oscila entre un 12 a 15% (Bonilla, 2020). A continuación, se muestra la estructura física en la figura 2.21.



*Figura 2. 21. Panel amorfo  
Fuente: Solergy (2016)*

#### 2.4.4.4. Orientación solar de los paneles

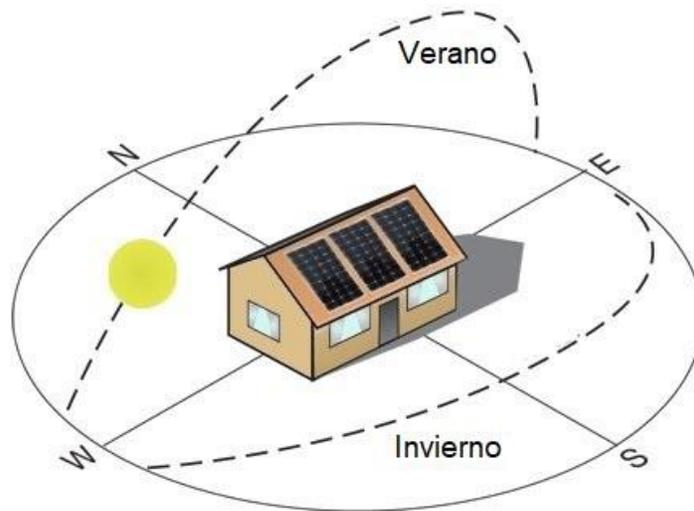


Figura 2. 22. Disposición de la trayectoria solar  
Fuente: Nova center (2016)

#### 2.4.4.5. Configuraciones de conexión

##### Conexión serie

La conexión en serie se da cuando los módulos entrelazan una después de otra, la salida de un módulo con la entrada de un módulo n, esta configuración suma la tensión generada en cada módulo, sin embargo, al ser un lazo cerrado compuesto por una sola cadena la corriente circulante será la misma para todos los módulos. A continuación, se muestra su estructura en la figura 2.23.

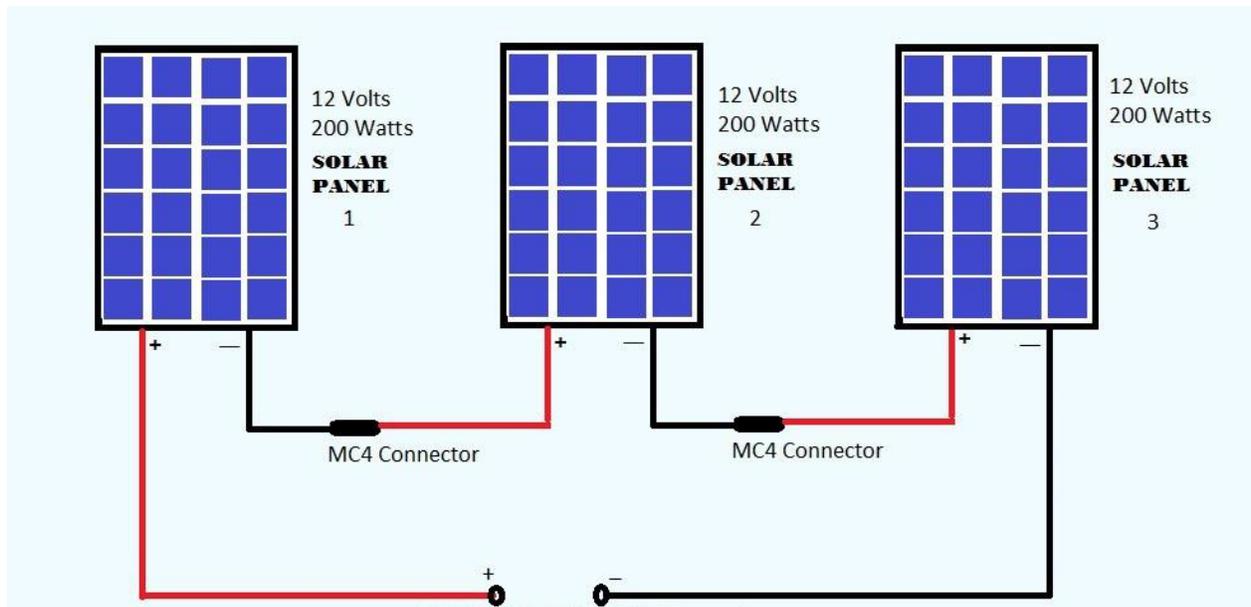


Figura 2. 23. Módulos solares en configuración serie  
Fuente: Solar Grid, 2018

### Conexión en paralelo

La conexión en paralelo conecta los elementos en forma de cadena empatando los bornes positivos desde el módulo 1 hasta el último módulo y el mismo proceso y el mismo proceso se repite con los bornes negativos, como resultado la tensión de cada módulo será la misma y su corriente será la suma de las corrientes que circulan por cada módulo. A continuación, se muestra su estructura en la figura 2.24.

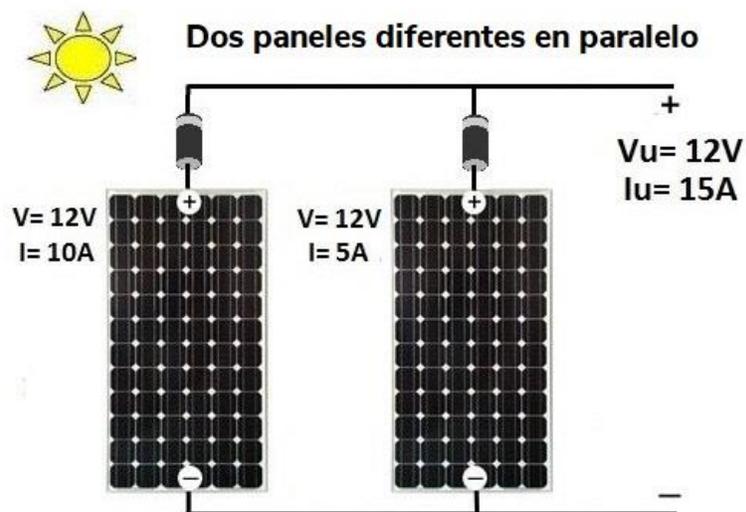


Figura 2. 24. Módulos solares configuración paralelo  
Fuente: MPPT solar, 2012

### 2.4.5. Banco de baterías

Los bancos de batería son utilizados como sistema de respaldo de energía, capaces de almacenar energía DC y poder suministrar esta energía en periodos desde 15 minutos hasta 8 horas. Su autonomía depende de la configuración y la capacidad de cada celda de energía. En los sistemas fotovoltaicos aislados se utilizan baterías de gran capacidad capaz de soportar periodos de descarga hasta 8 horas. Son cargadas en el periodo diurno por los paneles solares con una salida regulada y rectificadas mediante un controlador (Rodríguez, 2011).

#### 2.4.5.1 Baterías para aplicación solar

Las baterías para aplicación en conjunto con sistemas fotovoltaicos son de tipo robusto, cuentan con un alto ciclado, soportan temperaturas desde 35 hasta 55 °C, normalmente son de tipo sellada, libre de mantenimiento y una vida útil de 10 a 20 años. La figura 2.25. muestra la composición de un banco de baterías conformado por 6 baterías 12 V 200 AH.



*Figura 2. 25. Arreglo de baterías  
Fuente: MPPT solar, 2012*

#### 2.4.5.2. Batería VRLA

Las baterías plomo ácido también llamadas VRLA son celdas encapsuladas donde se almacena ácido y plomo regulado por una válvula, su uso comercial es para almacenar energía a equipos de respaldo de energía, sin embargo, su versatilidad y avances tecnológicos han permitido mejorar la calidad de estas baterías obteniendo ciclados desde 200 hasta 400, temperaturas desde los 30 hasta los 50 °C y vida útil hasta 8 años (Andrade, 2018). La figura 2.25 muestra las características de las baterías VRLA.



Figura 2. 26. Batería VRLA sellada  
Fuente: CSB, 2012

### 2.4.5.3. Baterías de níquel Cadmio

La batería de níquel cadmio fue una de las mejoras significativas que tuvo las baterías de tipo sellado, estas mejoraron su nivel de ciclado entre 400 hasta, 600 ciclos, soportaban temperaturas de 35 a 55 °C igual que el modelo VRLA, sin embargo, este tubo una clasificación según su tipo de descarga considerándolo como de baja, media y alta descarga. La figura 2.27. muestra las características de las baterías de níquel cadmio.



Figura 2. 27. Acumulador de NiCd(solar)  
Fuente: Edceca, 2017

### 2.4.5.4. Baterías de litio

La tecnología de litio es una solución para las baterías de tipo robustas, esta posee un gran nivel de ciclado hasta 1200 ciclos, soporta temperaturas mayores a los 65 °C, son libres de mantenimiento, su vida útil es extensible hasta 20 años, cuenta con un módulo controlador para evitar sobrecargas. La figura 2.28 muestra al módulo controlador y su batería.



Figura 2. 28. Acumulador de Li-on(Solar)  
Fuente: Auto solar, 2014

#### 2.4.6. Inversor

Es un equipo que transforma una señal de tensión continua en una señal de tensión alterna. El inversor cuenta con una electrónica de potencia capaz de configurar su tensión de salida a forma de onda sinusoidal, triangular, cuadrática. Los inversores son utilizados en procesos de conversión de energía de respaldo DC/AC, UPS y sistema fotovoltaico. (Bonilla, 2020).

Los inversores según su aplicación pueden ser utilizados bajo las siguientes funciones:

- Inversión de conversión de señal
- Sistema de filtro de perturbaciones y armónicos
- Voltajes rectificadas ( $V_{rms}$ )

##### 2.4.6.1 Inversor Off Grid

Se caracteriza por ser utilizados en sistemas autónomos o considerados aislados a la red eléctrica, son equipos robustos capaces de convertir energía DC en energía AC. Se caracteriza por poder incorporar una Salida DC adicional como sistema de respaldo de energía (banco de baterías) y una salida AC (generador de emergencia).

Algunos inversores cuentan con un módulo regulador capaz de filtrar la energía que ingresa por sus diferentes entradas y entregar una energía virtualmente pura.

Este tipo de sistema cuenta con indicadores de señal para verificar el consumo, operaciones y alarmas ante problemas con las entradas. La figura 2.29, muestra el esquema de un inversor y su conexión.



*Figura 2. 29. Inversor central para sistemas autónomos  
Fuente: Tecno solar, 2016*

El inversor autónomo es de tipo robusto capaz de proteger a la carga ante perturbaciones de energía corresponde a un sistema solar fotovoltaico, banco de baterías o generador:

#### **2.4.6.2. Inversor interconectado a la red**

Cumplen la misma función de un inversor convencional, sin embargo, el inversor interconectado tiene dispositivos que le permiten monitorear en tiempo real la energía inyectada por los módulos solares, evaluar el consumo de energías, evaluar la eficiencia del sistema solar, alarmas ante problemas en el equipo y estos según su uso pueden ser seleccionados como microinversores. La figura 2.30. ilustra un modelo de inversor central para conexión con la red eléctrica.



Figura 2. 30. Inversor para sistemas de interconexión con la red  
Fuente: Growatt, 2019

## 2.5. Aplicaciones de la energía fotovoltaica

El sistema solar fotovoltaico, al ser generadores de energía eléctrica, cuentan con una gran versatilidad de aplicaciones; estas van ligadas del tipo de sistema fotovoltaico con sus ventajas y desventajas. En países como España y Reino Unido utilizan la energía DC para videovigilancia, para alumbrado público, etc., aprovechan la salida DC de los paneles solares y mediante un regulador estabilizan el voltaje de salida a los equipos, si bien es cierto la energía del sol es constante al igual que su irradiación es  $1000 \text{ W/m}^2$ , está según la posición del sol y la temperatura puede tener un aumento o disminución de la irradiación, debido a que la energía emitida por el sol es volátil y no es una energía que aún se pueda controlar (Ticona, 2019).

Uno de los principales inconvenientes de este sistema es la limitación de su energía por la dependencia de la energía emitida por el sol en forma de radiación, esta desventaja fue compensada con acumuladores de energía, los cuales se acoplan al sistema fotovoltaicos y mientras este funcione como generador también almacena energía el cual es utilizada en horario vespertino – nocturno, de esta manera respaldando la energía en el tiempo faltante. A continuación, se explicarán los tipos de sistemas y sus aplicaciones.

Tipo de sistemas:

- Sistemas de bombeo de agua
- Sistemas autónomos
- Sistemas interconectados a la red

### 2.5.1. Sistema de bombeo solar fotovoltaico

Los sistemas de bombeo de agua por medio de energía solar funcionan en horario diurno la energía que genera el sistema es capaz inyectar la energía necesaria para el arranque y movimiento del motor de la bomba solar, este sistema es utilizado en proyectos acuícolas, sistemas de riego, extracción de agua en pozos de hasta 200 metros (González & Lanuza, 2017). La figura 2.12 muestra la aplicación de la bomba fotovoltaica para extracción de agua, donde la bomba sumergible es alimentada por el sistema fotovoltaico.

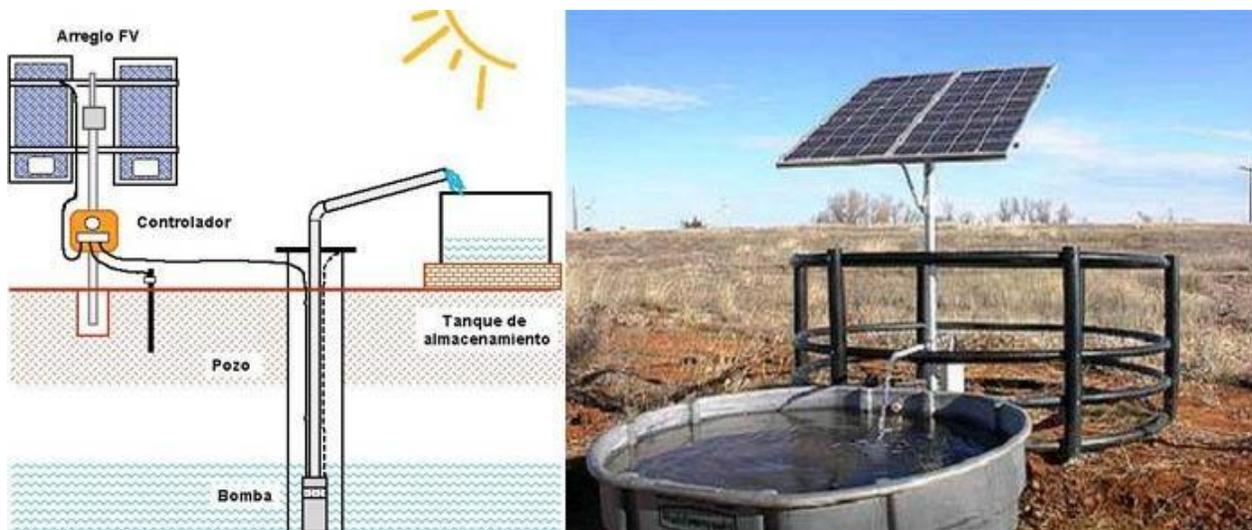


Figura 2. 31. Sistema de bombeo solar  
Fuente: Sunergy, 2019

### 2.5.2. Sistema fotovoltaico autónomo

Los sistemas fotovoltaicos autónomos o también conocidos como aislados, inyectan energía a la carga aprovechando la irradiancia solar en horarios de 6:00 am hasta las 18:00 pm. En ausencia de luz solar, el sistema cuenta con una reserva de energía mediante un banco de baterías externo que almacena la carga en horario diurno. Este tipo de sistemas son utilizados en zonas de difícil acceso para el servicio eléctrico

público, como viviendas, residencias, o granjas. La figura 2.13. Muestra los elementos que constituyen un sistema autónomo.

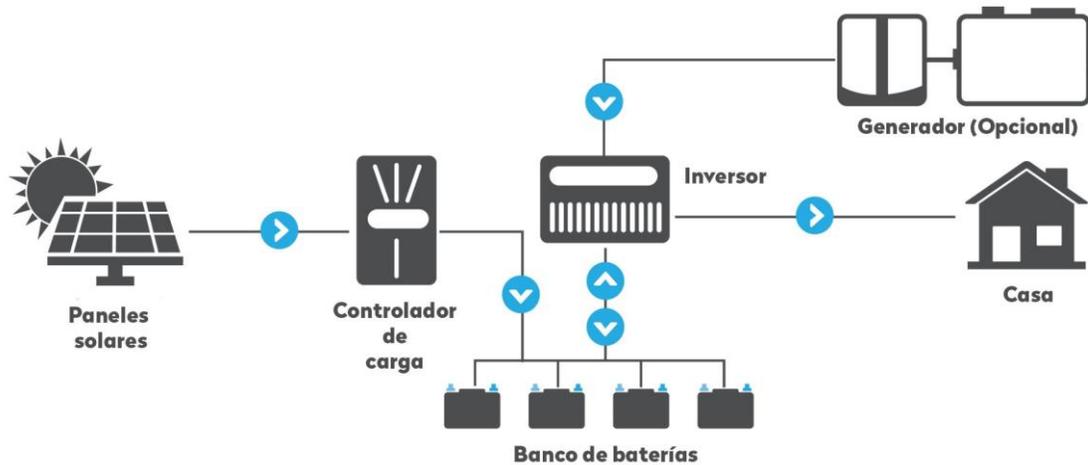


Figura 2. 32. Sistema fotovoltaico autónomo  
Fuente: everexed, 2017

Los módulos solares son el eje principal de la generación de energía eléctrica entregan energía por un controlador de carga el cual regula y rectifica la calidad de señal DC, el voltaje de salida DC rectificado en señal de onda completa pone a cargar al banco de baterías exterior y a su vez inyecta energía al inversor el cual convierte la energía DC en AC y misma que alimenta a la carga. El sistema autónomo tiene como ventaja el poder trabajar en horarios diurno y nocturno, sin embargo, en el lapso de 19:00pm hasta las 5:00am. La energía es limitada y dependerá de manera directa de la capacidad de almacenamiento del banco de baterías (Navarro, Gonzalez, & Lopez, 2019).

### 2.5.3. Sistema fotovoltaico interconectado a la red

Los sistemas interconectados a la red se caracterizan por no carecer de banco de baterías, es decir su energía es inyectada a un panel eléctrico en horario diurno y en horario vespertino, nocturno se conecta por medio de la red eléctrica. Este tipo de sistema puede ser usado como generador fotovoltaico en caso de que su energía inyectada sea mayor a la energía consumida, o como un amortiguador para disminuir el consumo, cuando este sea mayor.

El sistema fotovoltaico interconectado a la red, cuando con un dispositivo de medición bidireccional capaz de medir la entrada de energía de la red existente y la energía inyectada. Para temas de facturación existen regulaciones que permiten aprovechar el beneficio de inyectar energía al sistema disminuyendo el valor a pagar por consumo de energía, también en caso de existir un excedente por generación adicional este es considerado como un crédito.



*Figura 2. 33. Sistema fotovoltaico interconectado a la red  
Fuente: renova energía, 2015*



### 3.3. Radiación solar

La figura 3.2. Muestra datos obtenidos en un histórico de 5 años promedio desde los periodos 2015 hasta 2020. Contrastando la radiación global y la radiación difusa, siendo la radiación global el resultante de la sumatoria de la radiación directa y la radiación difusa; Sin embargo, para efectos de análisis solo se considerará la radiación difusa. Se puede observar un mayor nivel de radiación en los meses de marzo a mayo, y una disminución de radiación en los meses de octubre a noviembre.

#### Guayaquil Airp.

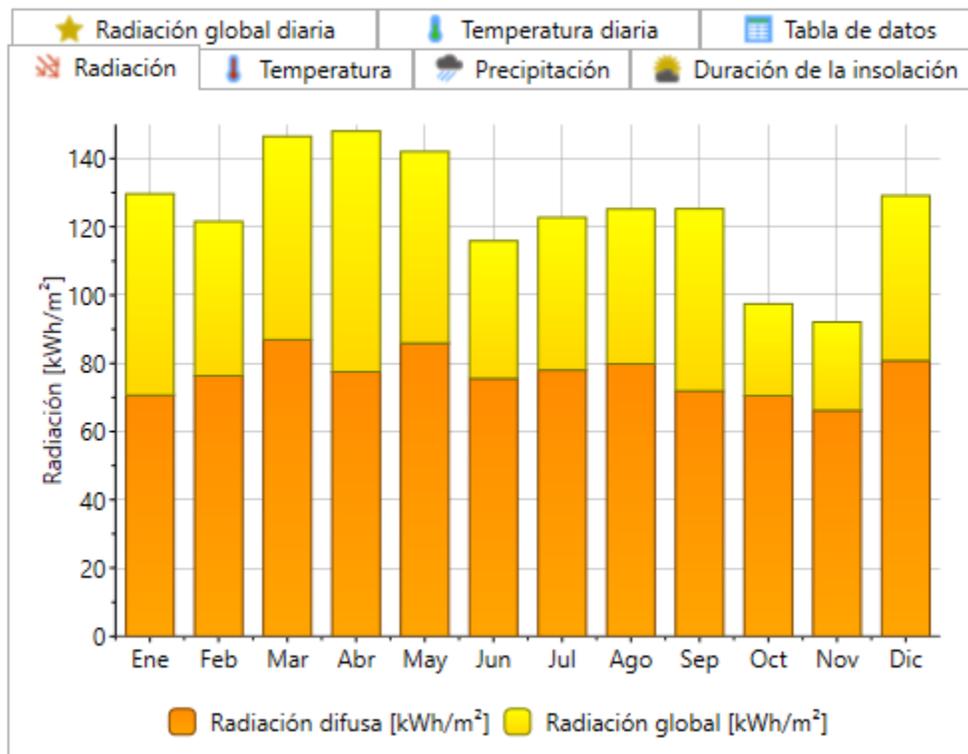


Figura 3. 2. Radiación solar en guayaquil  
Fuente: Google maps, 2022

La figura 3.3. Muestra la radiación global diaria obtenida mediante software meteorm 8. Como fenómeno de estudio esta oscila entre 6.8 kWh/m<sup>2</sup> y 2.94 kWh/m<sup>2</sup>, siendo el promedio de estos 4.87kWh/m<sup>2</sup>.

## Guayaquil Airp.

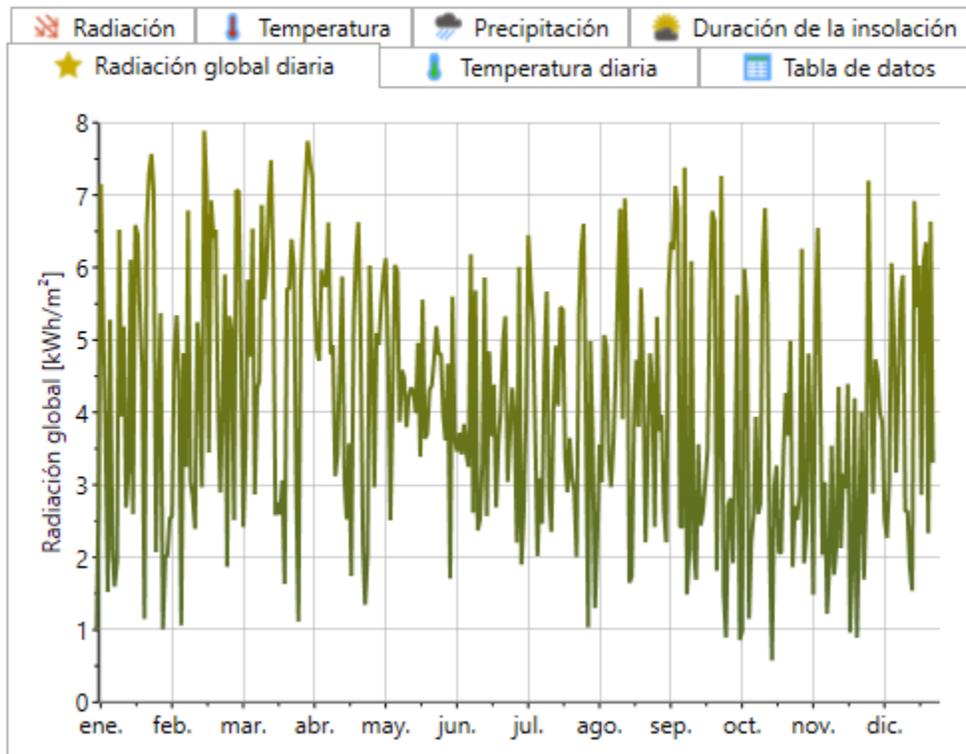


Figura 3. 3 Radiación global difusa  
Fuente: Google maps, 2022

### 3.4. Cálculo de sombra

El edificio cuenta con una altura de 50 metros, tomando en cuenta la orientación del sol, por su elevación y área de cobertura, el sistema no genera pérdida. La figura 3.4. muestra la orientación del sol y su incidencia de sombra, en los horarios de 6:00 am a 18:00pm, observando que este no posee incidencia de sombras por algún objeto, debido a su ubicación y altitud, fuera del horario indicado se muestra una presencia de oscuridad a las 18:40pm, con el ocaso del sol con un alguno de 39.40°C. Teniendo un periodo de 12horas con 15 minutos con incidencia del sol sobre el edificio, siendo las 12 del mediodía su perdido de máximo aprovechamiento con una mayor irradiación como lo muestra la tabla 3.1.

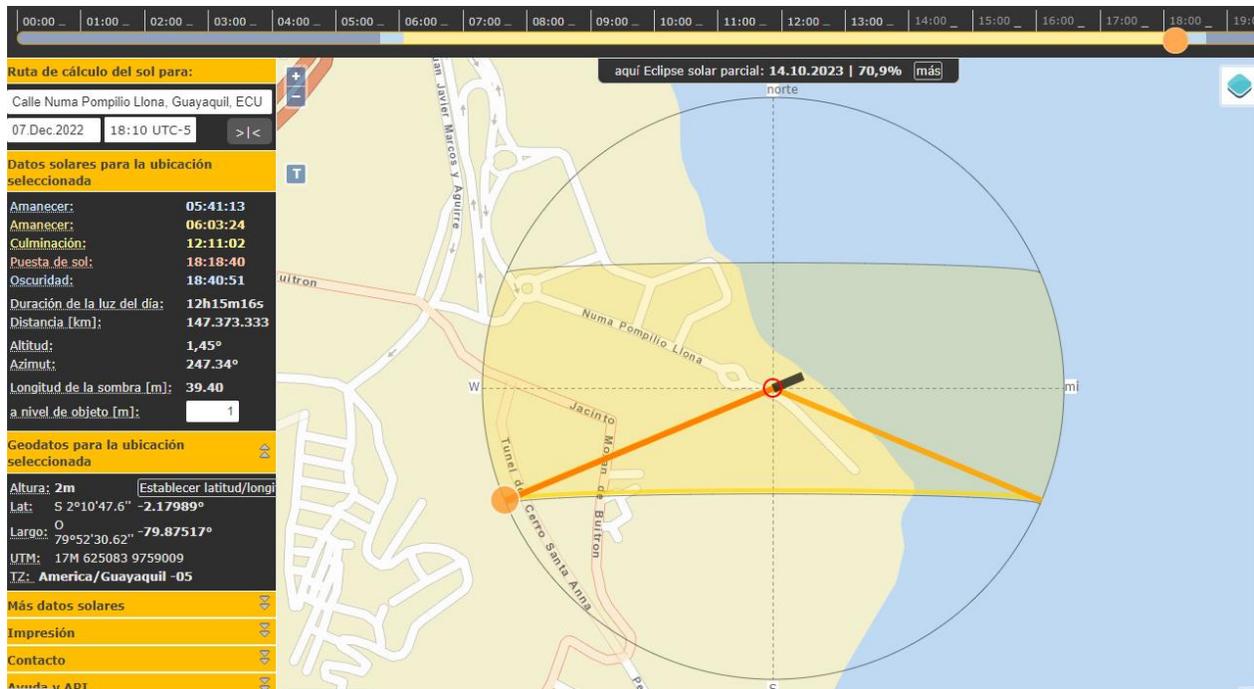


Figura 3. 4. Calculadora de incidencia de sombra  
Fuente: Suncalc, 2022

Tabla 3. 1 Datos de sombra

| Datos solares por localización   |          |
|----------------------------------|----------|
| Amanecer                         | 5:41:13  |
| Amanecer con presencia de sol    | 6:03:24  |
| hora sol pico                    | 12:11:02 |
| Puesta de sol                    | 18:18:40 |
| oscuridad                        | 18:40:51 |
| Duración de la presencia del sol | 12:15:16 |
| Altitud                          | 1,45     |
| Azimut                           | 0        |
| Inclinación de sombra            | 39,4     |

Fuente: Suncalc editada por autor, 2022

### 3.5. Índice de temperatura

La figura 3.5. Muestra los datos de temperatura obtenidos del programa Meteororm 8. Donde se puede evidenciar que en los meses de marzo hasta mayo se tiene un aumento de temperatura alcanzando los 27°C y en los meses de junio hasta noviembre tienen una disminución de temperatura alcanzando los 24°C, siendo la diferencia promedio 3°C.

## Guayaquil Airp.

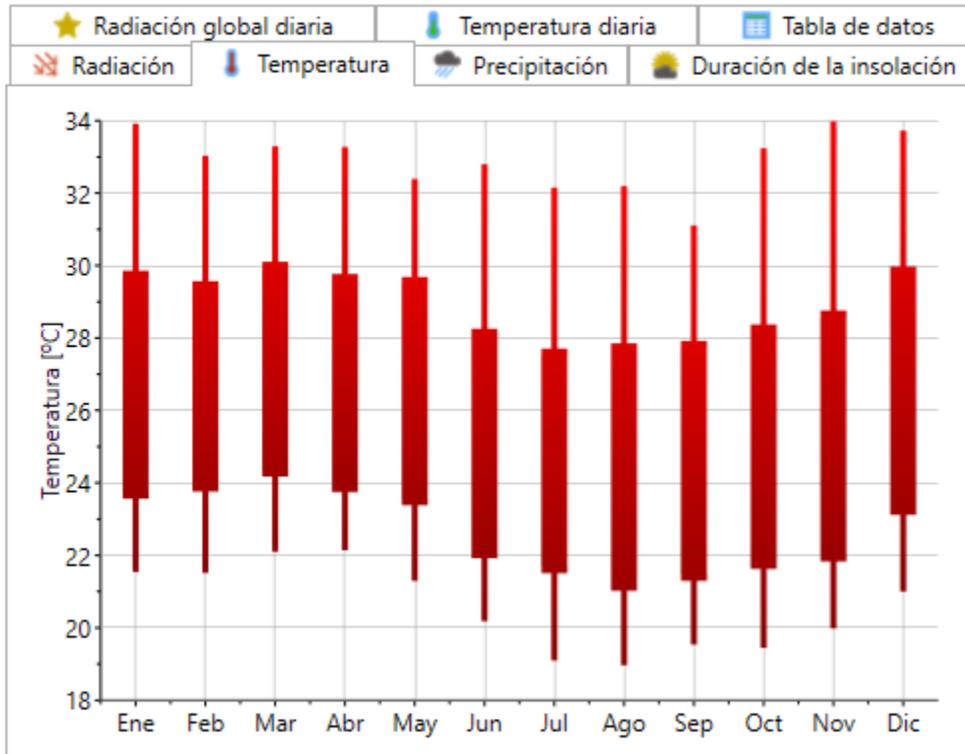


Figura 3. 5. Temperatura anual en guayaquil  
Fuente: meteonorm, 2022

### 3.6. Generalidades climatológicas en el predio

La figura 3.6. Muestra un resumen general de los datos climatológicos obtenidos en los últimos 12 meses, de radiación global diaria, radiación difusa, duración de insolación, temperatura, precipitación y temperatura diaria. De acuerdo a la evaluación el predio cumple con las condiciones idóneas para la implementación de un sistema fotovoltaico, la temperatura promedio de un módulo fotovoltaico oscila entre los 27 a 35°C, y con los niveles de irradiancia mensual, puede operar un generador solar aprovechando de manera más eficaz la energía captada.

| <b>Guayaquil Airp.</b>    |                          |                          |                          |                 |          |                             |  |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|----------|-----------------------------|--|
| ☀ Radiación               |                          | 🌡 Temperatura            |                          | ☁ Precipitación |          | 🌞 Duración de la insolación |  |
| ★ Radiación global diaria |                          |                          | 🌡 Temperatura diaria     |                 |          | 📄 Tabla de datos            |  |
|                           | Gh<br>kWh/m <sup>2</sup> | Dh<br>kWh/m <sup>2</sup> | Bn<br>kWh/m <sup>2</sup> | Ta<br>°C        | Td<br>°C | FF<br>m/s                   |  |
| Enero                     | 130                      | 71                       | 87                       | 26,7            | 19,9     | 6                           |  |
| Febrero                   | 122                      | 76                       | 62                       | 26,7            | 21,1     | 5,6                         |  |
| Marzo                     | 146                      | 87                       | 82                       | 27,1            | 20,9     | 5,6                         |  |
| Abril                     | 148                      | 77                       | 99                       | 27,1            | 19,9     | 5,5                         |  |
| Mayo                      | 142                      | 86                       | 84                       | 26,4            | 18,5     | 6                           |  |
| Junio                     | 116                      | 76                       | 62                       | 25,2            | 17,8     | 5,5                         |  |
| Julio                     | 123                      | 78                       | 66                       | 24,4            | 16,8     | 5,6                         |  |
| Agosto                    | 125                      | 80                       | 66                       | 24,3            | 16,6     | 6,1                         |  |
| Setiembre                 | 125                      | 72                       | 74                       | 24,8            | 16,7     | 6                           |  |
| Octubre                   | 97                       | 71                       | 38                       | 24,9            | 17,3     | 6                           |  |
| Noviembre                 | 92                       | 66                       | 37                       | 25,4            | 17,3     | 6                           |  |
| Diciembre                 | 129                      | 81                       | 71                       | 26,4            | 18,7     | 5,6                         |  |
| Año                       | 1496                     | 920                      | 829                      | 25,8            | 18,5     | 5,8                         |  |

Figura 3. 6. Resumen de datos climatológicos  
Fuente: meteonorm, 2022

### 3.7. Consumo de energía eléctrica anual

La tabla 3.2. Muestra el historial de consumo en el periodo 2021, en base a la planilla eléctrica suministrada por la distribuidora CNEL GYE, Dicha información se encuentra adjunta en el capítulo de anexos.

El edificio Riverfront 1, cuenta con un consumo de 607KW, Trabajando las 24 horas al día, su mayor consumo radia desde los horarios de 6:00 am hasta 18:00 pm, la tabla 3.2 muestra que el consumo de energía se presenta en el mes de abril con 20MWh y en el mes de febrero un consumo mínimo de 16MWh, siendo el promedio de los 12 meses del año 2021, un consumo de 18MWh.

Tabla 3. 2 Consumo mensual 2021

| Perdido Mensual (Factura) | Consumo Eléctrico (2021) |
|---------------------------|--------------------------|
| 1 Enero                   | 18667,02KWh              |
| 2 Febrero                 | 16646,40 KWh             |
| 3 Marzo                   | 17166,00 KWh             |
| 4 Abril                   | 20073,60 KWh             |
| 5 Mayo                    | 18237,60 KWh             |
| 6 Junio                   | 18604,80 KWh             |
| 7 Julio                   | 18667,02 KWh             |
| 8 Agosto                  | 16646,40 KWh             |
| 9 Septiembre              | 17166,00 KWh             |
| 10 Octubre                | 20073,60 KWh             |
| 11 Noviembre              | 18237,60 KWh             |
| 12 Diciembre              | 18604,80 KWh             |
| Consumo Anual             | 218790,84 KWh            |
| Consumo Promedio          | 18232,57 KWh             |

*Fuente: Autor, 2022*

### **3.7. Diagrama Unifilar de acometida hasta TDP**

El edificio Riverfront 1 cuenta con 1 Tablero de distribución principal, 1 tablero de distribución de emergencia y 5 Sub tableros repartidos en los diferentes pisos del edificio, Debido a la magnitud del sistema para efectos de análisis, solo de tomar en cuenta la capacidad del tablero principal TDP, mismo que trabaja a un nivel de tensión de 3F- 220 - 127V y cuenta con una protección principal de 1800A Dicha información se encuentra adjunta en el capítulo de anexos.

El sistema cuenta con generador caminado de 450KVA que alimenta al tablero de distribución de emergencia en caso de que se presente una interrupción de energía por parte de la empresa distribuidora.

El edificio cuenta con un transformador de 1250KVA con un nivel de tensión de 13800V/220 – 127V que alimenta al tablero de distribución principal.

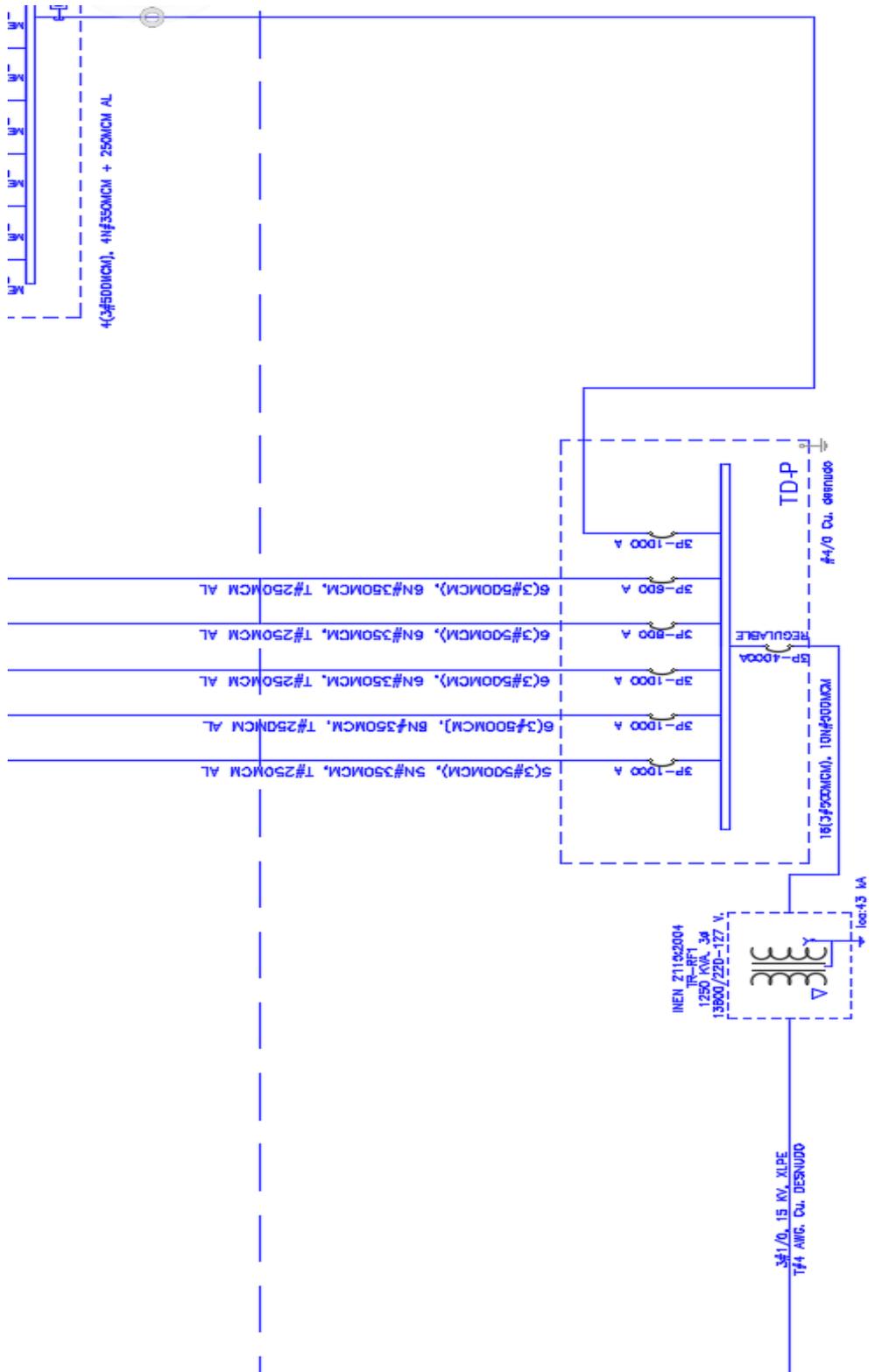


Tabla 3. 3. Diagrama unifilar segmento de entrada de acometida hasta TDP  
Fuente: Autor, 2022

## CAPITULO IV

### 4. DISEÑO FOTOVOLTAICO

#### 4.1. Diseño teórico

El capítulo VI propone el diseño de un sistema fotovoltaico interconectado a la red se utilizarán los datos obtenidos de los capítulos anteriores como, tipo de sistema, uso, consumo mensual, condiciones climáticas, irradiación solar global, difusa y directa, entre otros. Se procederá a diseccionar el número de paneles en función al espacio disponible para ellos se tomará en cuenta el área útil.

El edificio cuenta con una terraza donde tiene áreas disponibles, para calcular el número de paneles se necesita conocer el consumo mensual promedio de los 12 últimos meses, la ecuación 4.1 corresponde al consumo diario promedio, para ello se toma el promedio mensual y se lo divide para el número de días que el edificio funciona.

*Ecuación 4.1. Consumo diario*

$$\text{Consumo Mensual}_{(\text{promedio})} = 18232,57 \text{ kW/h}$$

$$\text{Consumo diario}_{(\text{promedio})} = \frac{\text{Consumo mensual promedio kW/h}}{30 \text{ días}} \quad (4.1)$$

$$\text{Consumo diario}_{(\text{promedio})} = 607,75 \text{ kW/h}$$

Con el consumo diario promedio se puede conseguir determinar cuántos paneles necesitaría el sistema para abastecer al consumo diario, el número de paneles se con la potencia del generador fotovoltaico. La ecuación 4.2. y 4.3. indican como se obtiene las horas sol pico y la potencia del generador fotovoltaico.

*Ecuación 4.2. Horas solares*

$$\text{Horas solares} = \frac{\text{Radiacion global } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}\right)}{1 \text{ Kw/m}^2}$$

(4.2)

$$\text{HSP} = \frac{4.87 \text{ kWh/m}^2}{1 \text{ kW/m}^2} = 4.87 \text{ h}$$

*Ecuación 4.3. Potencia fotovoltaica*

$$P. Gen Fotovoltaico = \frac{\text{Consumo diario}}{\text{Horas sol pico}} \quad (4.3)$$

$$P. Gen Fotovoltaico = \frac{607,75KW/h}{4.87h} = 124,67kW$$

El número de paneles fotovoltaicos se consigue dividiendo la potencia fotovoltaica sobre la potencia unitaria del panel fotovoltaico a instalar. La ecuación 4.4. muestra el número de módulos que se necesitan para abastecer al sistema.

*Ecuación 4.4. Cantidad de paneles fotovoltaicos*

$$\text{Cantidad P. Fotovoltaico} = \frac{\text{Potencia Fotovoltaica}}{\text{Potencia de modulo}} \quad (4.4)$$

$$\text{Cantidad P. Fotovoltaico} = \frac{124,67kW}{0.535kW} = 234 \text{ unidades}$$

La terraza cuenta con un área total de terreno de 525 m<sup>2</sup> sin embargo, parte de esta hare también tiene equipos de climatización y zonas donde no es posible instalar los módulos fotovoltaicos, la figura 4.1. Muestra las áreas donde se instalará los paneles fotovoltaicos, considerando las restricciones y espacios.

Con un área de 433m<sup>2</sup> se comienza a ajustar el cálculo obtenido de módulos fotovoltaicos en función al área disponible.

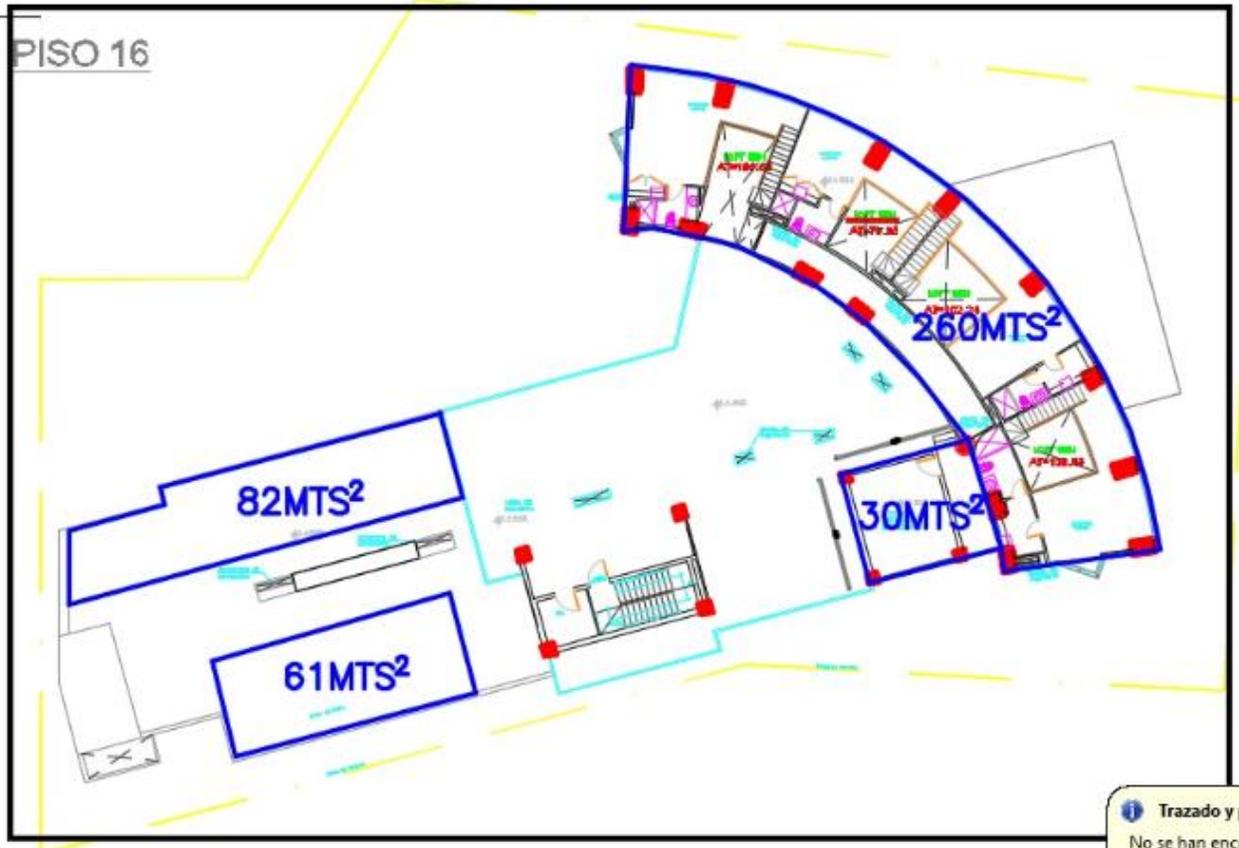


Figura 4. 1. Delimitación de área generador fotovoltaico  
Fuente: Autor, 2022

El número de paneles fotovoltaicos con el área se determina tomando las medidas promedio de un módulo, siendo este de 2.15m<sup>2</sup>.

Ecuación 4.5. Cantidad de paneles fotovoltaicos por metro cuadrado

$$\text{Cantidad P. Fotovoltaico} = \frac{\text{Potencia Fotovoltaica}}{\text{Potencia de modulo}} \quad (4.5)$$

$$\text{Cantidad P. Fotovoltaico} = \frac{433m^2}{2.15m^2} = 201 \text{ unidades}$$

Finalmente, la potencia real que tendrá el generador fotovoltaico de acuerdo con el área será de 108 kW, la selección del inversor se realiza en función al voltaje que requiere el sistema. La figura 3.7. muestra que el tablero principal trabaja a un nivel de tensión de 220 Vol. trifásico con neutro aterrizado. Dentro de la gama de inversores trifásicos el más opinado es de 100 kW, sin embargo, estos manejan un nivel de tensión

de 320 a 460Vac que por defecto marcara el software, por lo que se requiere de un transformador de 125 kva con salida de 220 v.

## 4.2. Software PV Syst

Es una herramienta que permite simular el comportamiento de instalaciones solares fotovoltaicas, mediante el uso de variables según su entorno, y selección de elementos, Dichas variables pueden ser configuradas para mejorar la producción de energía o para cargas específicas. Gracias a simulación de la implantación en 3D, cálculo de sobras; también permite simular el recorrido del sol de acuerdo a la ubicación para evaluar inclinaciones y mejorar la productividad. La figura 4.2. Ilustra el contenido del software y las aplicaciones fotovoltaicas a las que puede realizar una simulación como lo son los sistemas aislados, interconectados a la red y bomba solar.

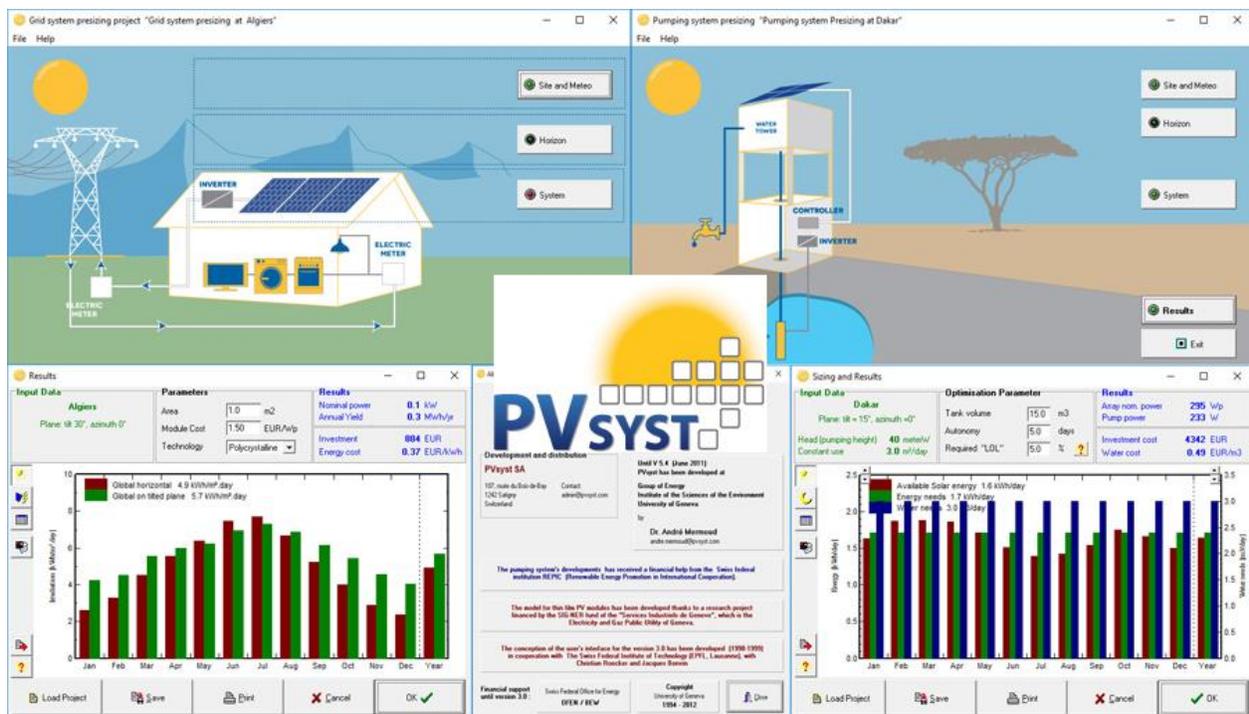


Figura 4. 2. PVsyst solar  
Fuente: PVsyst, 2022

### 4.3. Dimensionamiento

#### 4.3.1 Selección de ubicación

Para abordar el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica se parte por definir su ubicación mediante coordenadas geográficas o posicionamiento de sector mediante un rastreo satelital, Es importante que la locación sea lo más cercana a la realidad ya de esto depende las condiciones de irradiación, ya que esta puede variar de acuerdo al sitio área y son importantes a la hora de calcular la producción energética. La figura 4. 3. muestra la ubicación con sus respectivas coordenadas.

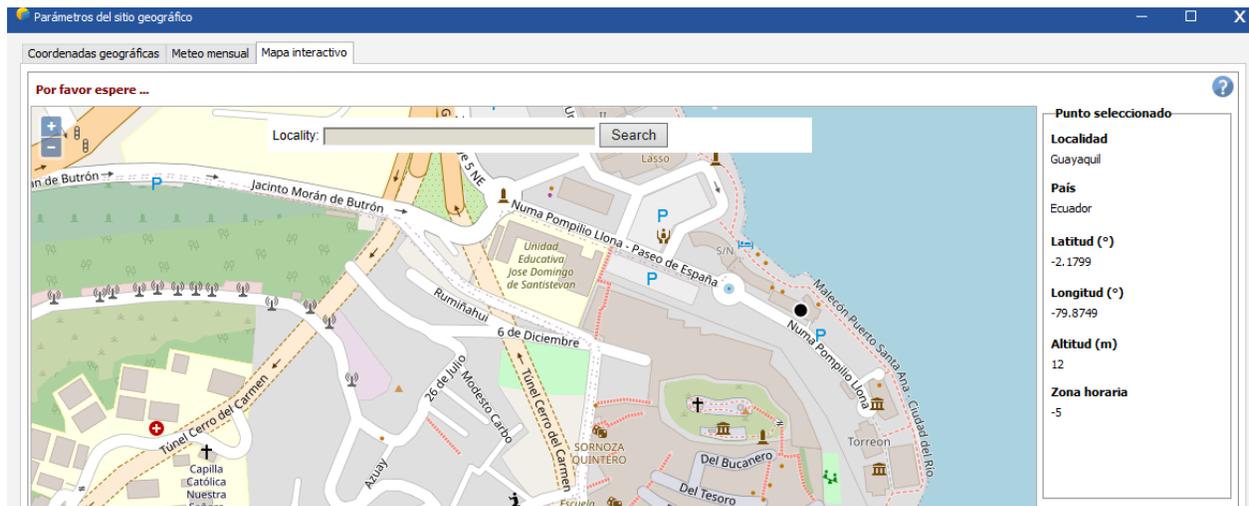


Figura 4. 3 Ubicación con coordenadas  
Fuente: Autor, 2022

Una vez puesta la ubicación el sistema, usara en conjunto la base de datos del software Meteo, para poder ver el comportamiento de la irradiancia en el periodo de 24 horas, La figura 4.4. Muestra que el periodo de captación de radiación tiene un intervalo de 12 horas promedio.

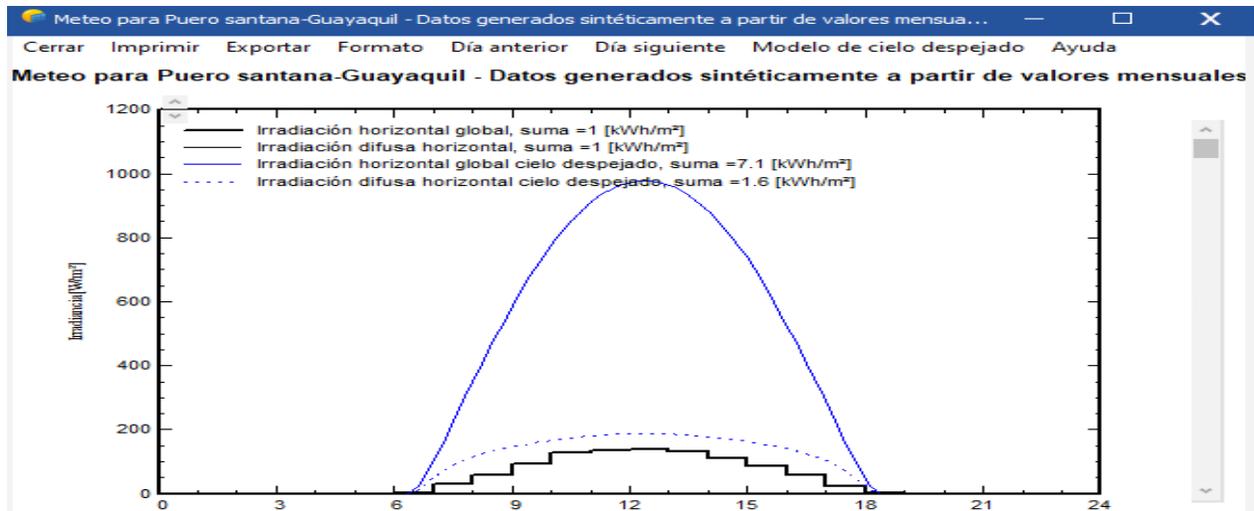


Figura 4. 4. Irradiancia promedio en base a histórico  
Fuente: Autor, 2022

Una vez establecido las horas en que se aprovechara la irradiancia, se designara la posición y el Angulo que tendrán los módulos fotovoltaicos en función a la orientación del sol, sombras encontradas, Azimut e inclinación del módulo. La figura 4.5 muestra la selección del Angulo de inclinación, azimut y pérdidas por Angulo de captación. Factores que se analizaron en el capítulo III, para determinar las condiciones climatológicas que presenta el predio.

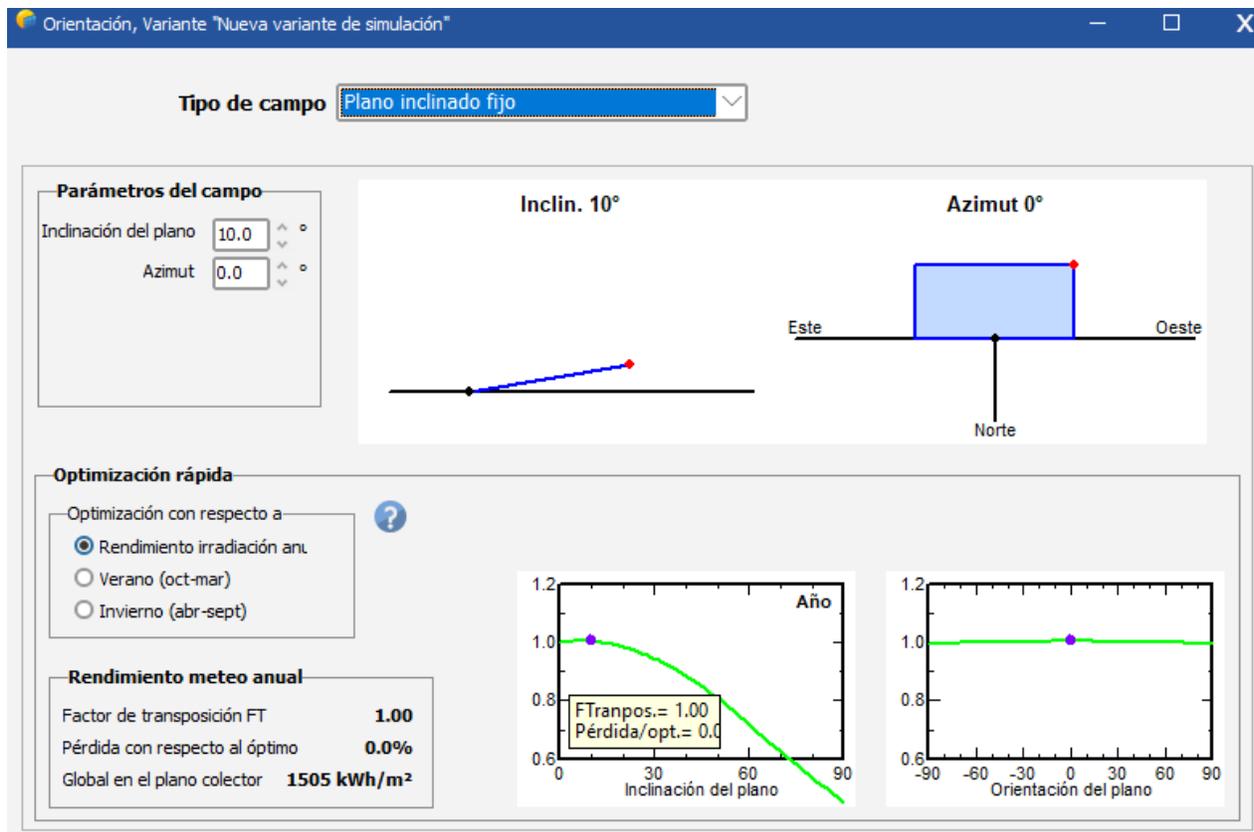


Figura 4. 5. Selección de inclinación de modulo fotovoltaico  
Fuente: Autor, 2022

Una vez definida la inclinación de los módulos, el sistema nos pedirá seleccionar la capacidad de modulo fotovoltaico en función a su voltaje y corriente de operación, la figura 4.6. Muestra la selección del módulo fotovoltaico de 535W mono cristalino, el software para el cálculo de arreglos y lazos toma en cuenta el voltaje de 26V en condiciones normales y 40.9V en circuito abierto, generando una sugerencia de arreglo en función a operaciones críticas, El número máximo de módulos fotovoltaicos se genera automáticamente en función al área.

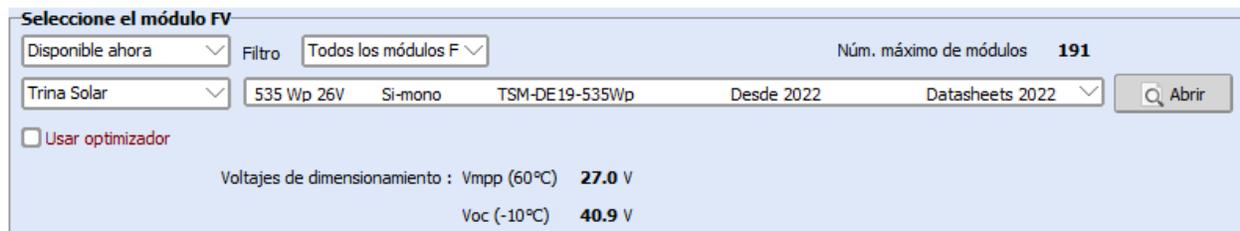


Figura 4. 6. selección de modulo fotovoltaico  
Fuente: Autor, 2022

Luego de la selección del módulo fotovoltaico, se evalúa las características técnicas como la eficiencia del módulo, al seleccionar un módulo monocristalino como lo vimos en la figura anterior, esta refleja en la figura 4.5. que en condiciones nominales donde la temperatura es  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  la eficiencia del módulo es del 21%, si la temperatura es  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  su eficiencia se reduce a 20%. Para temperaturas mayores a  $40^{\circ}\text{C}$ , si eficiencia disminuye en un 3%, de acuerdo con las condiciones de Guayaquil, la eficiencia del panel está considerada en 19% con temperaturas que oscilan entre 27 hasta  $30^{\circ}\text{C}$ .

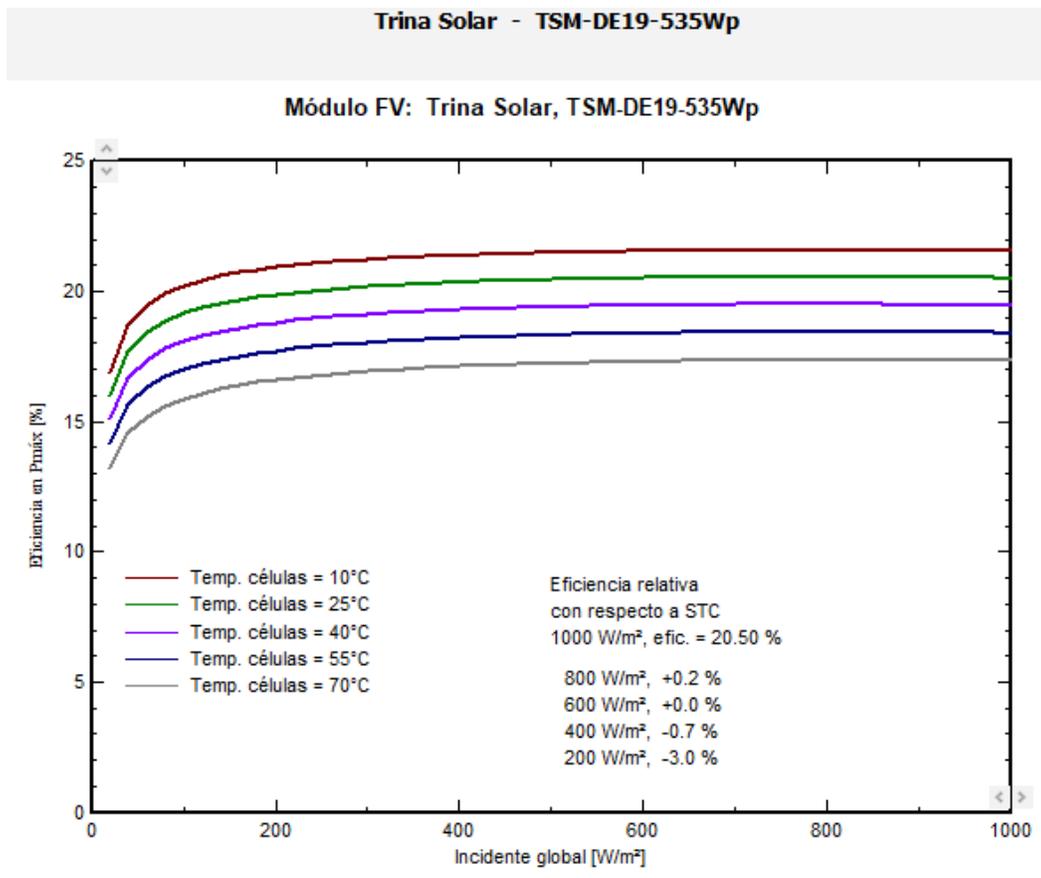


Figura 4. 7. Eficiencia del panel solar  
Fuente: Autor, 2022

La selección del inversor se realiza conociendo la frecuencia a que opera el sistema. En Ecuador la frecuencia del sistema es de 60Hz. La potencia fotovoltaica es de 89.9 kW, el inversor se selecciona en función a la potencia y a las necesidades del sistema. La figura 4.7. muestra las características técnicas del inversor. El equipo es un inversor trifásico marca Sungrow con una potencia de 100 kW, cuenta con un rango de

entrada de voltaje DC entre 200 a 1000V y 9 entradas disponibles para lazos fotovoltaicos.

La figura también muestra la pérdida de potencia en la conversión de energía DC a AC siendo su potencia de salida 85.5 kW con una pérdida de potencia de 16.6%, su voltaje de salida oscila en 320 a 460Vac. La figura 4.8. muestra el comportamiento del inversor en función al generador solar fotovoltaico.

**Seleccione el inversor**

Disponible ahora    Voltaje de salida 400 V Tri 50Hz     50 Hz  
 60 Hz

Sungrow    100 kW    200 - 1000 V TL    50/60 Hz    SG110-CX    Desde 2020   

Núm. de entradas MPPT      Voltaje de funcionamiento: **200-1000 V**    Potencia del inversor utilizada **85.5 kWca**

**Utilizar característica multi-MPPT**    Voltaje máximo de entrada: **1100 V**    **inversor con 9 MPPT**

Figura 4. 8. Selección del inversor solar  
Fuente: Autor, 2022

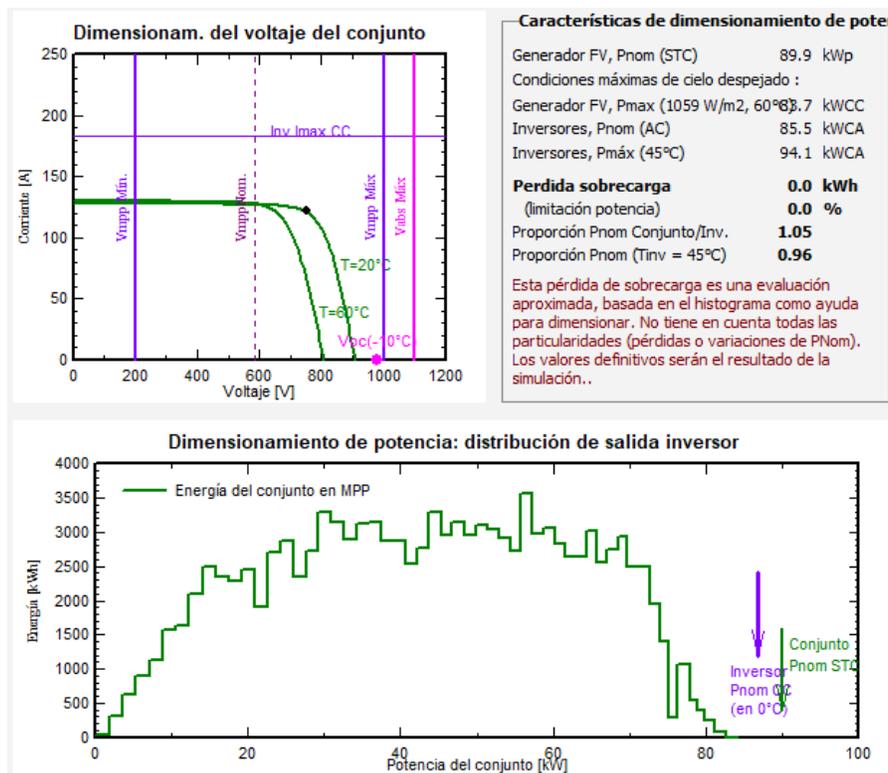


Figura 4. 9. Dimensionamiento de la potencia de salida del inversor.  
Fuente: Autor, 2022

La figura 4.9 muestra con línea verde el comportamiento que tiene la energía que ingresa por los MPPT correspondiente a los lazos fotovoltaicos, la refleja el

comportamiento de la potencia en función a la energía. Con una energía máxima de 3500 kWh cuando la potencia del sistema es de 60 kW, claro está que el sistema está diseñado para 89.9 kW, sin embargo, el sistema muestra el comportamiento de la energía trabajando a un 50% de su potencia.

La figura 4.10. muestra la cantidad de equipos que se utilizarán dentro del sistema fotovoltaico, el software recomienda utilizar 168 módulos fotovoltaicos, repartidos en 7 lazos de 24 unidades y un solo inversor tipo central que es el que cobertura las señales de entrada DC en energía AC.

| Nombre                       | #Mód<br>#Inv. | #Cadena<br>#MPPT |
|------------------------------|---------------|------------------|
| Generador FV                 |               |                  |
| Trina Solar - TSM-DE19-535Wp | 24            | 7                |
| Sungrow - SG110-CX           | 1             | 7                |

Figura 4. 10. Generalidades del sistema  
Fuente: Autor, 2022

La figura 4.11. muestra un resumen simplificado considerando las pérdidas del sistema donde con un área para implementar módulos de 439m<sup>2</sup>, se implementarán 168 módulos fotovoltaicos, el sistema contará con un inversor que por ahora no trabajará al 100% de su capacidad, la potencia nominal del sistema será de 89.9 kW y su potencia máxima real será de 87.1 kW en la entrada DC, su potencia nominal de salida es de 85.5KW.

#### Resumen sistema global

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Núm. de módulos        | 168                |
| Área del módulo        | 439 m <sup>2</sup> |
| Núm. de inversores     | 0.8                |
| Potencia FV nominal    | 89.9 kWp           |
| Potencia FV máxima     | 87.1 kWCC          |
| Potencia de CA nominal | 85.5 kWCA          |
| Proporción Pnom        | 1.051              |

Figura 4. 11. Resumen del sistema  
Fuente: Autor, 2022

El software permite evaluar el rendimiento del sistema dentro del periodo anual. La figura 4.12. Muestra que el comportamiento del sistema es constante, estaría operando con una eficiencia del 84.6%, siendo las pérdidas del sistema 15.4%.

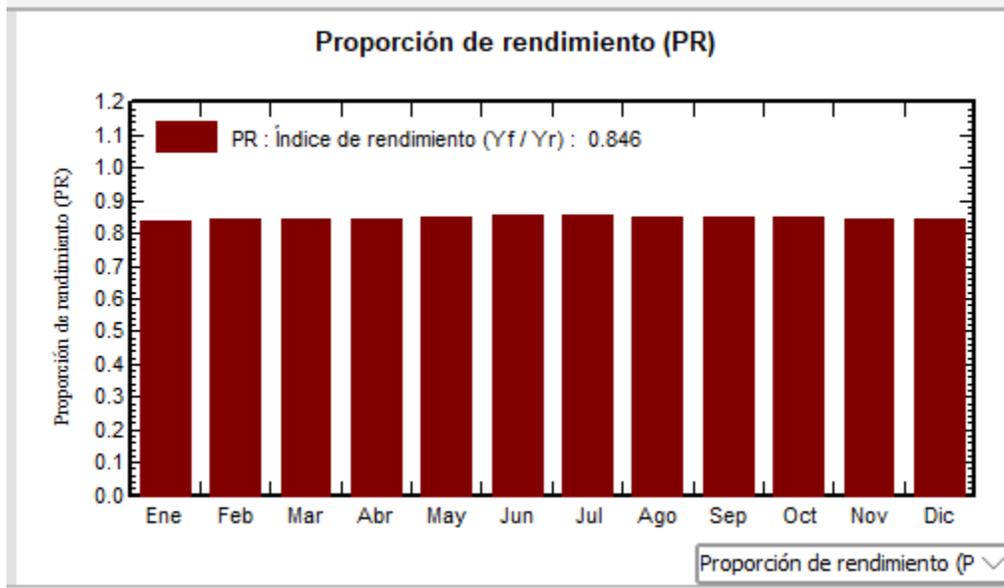


Figura 4. 12. Proporción de rendimiento PR  
Fuente: Autor, 2022

La figura 4.13 muestra el comportamiento de la energía proporcionado por PVsyst, siendo 116.5 MWh la energía anual, dentro de los 12 meses los periodos con mayor energía que presenta el sistema son los meses de marzo, abril y mayo capacidades mayor a 11 MWh y un mes que la energía es poco aprovechada por las condiciones climáticas es noviembre con 6.8 MWh.

**Nueva variante de simulación  
Balances y resultados principales**

|            | GlobHor            | DiffHor            | T_Amb | GlobInc            | GlobEff            | EArray | E_Grid | PR         |
|------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------|------------|
|            | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | °C    | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | kWh    | kWh    | proporción |
| Enero      | 131.7              | 69.84              | 26.50 | 123.6              | 119.7              | 9518   | 9301   | 0.837      |
| Febrero    | 121.5              | 76.35              | 26.35 | 117.4              | 114.1              | 9107   | 8910   | 0.844      |
| Marzo      | 146.6              | 87.41              | 26.90 | 145.0              | 141.4              | 11205  | 10981  | 0.842      |
| Abril      | 149.0              | 76.83              | 26.57 | 152.1              | 148.7              | 11721  | 11492  | 0.841      |
| Mayo       | 142.7              | 84.98              | 26.31 | 149.5              | 145.9              | 11650  | 11418  | 0.850      |
| Junio      | 116.4              | 70.54              | 24.70 | 122.7              | 119.7              | 9621   | 9412   | 0.853      |
| Julio      | 122.0              | 75.39              | 24.36 | 127.8              | 124.6              | 10031  | 9818   | 0.855      |
| Agosto     | 124.2              | 76.38              | 24.01 | 127.4              | 124.3              | 9972   | 9756   | 0.852      |
| Septiembre | 125.9              | 70.43              | 24.04 | 126.4              | 123.1              | 9839   | 9621   | 0.847      |
| Octubre    | 97.4               | 71.77              | 24.40 | 95.0               | 91.9               | 7438   | 7231   | 0.847      |
| Noviembre  | 92.2               | 64.86              | 24.58 | 88.0               | 85.1               | 6857   | 6657   | 0.841      |
| Diciembre  | 130.9              | 83.42              | 26.42 | 123.2              | 119.3              | 9550   | 9331   | 0.843      |
| Año        | 1500.5             | 908.22             | 25.43 | 1498.2             | 1457.8             | 116510 | 113927 | 0.846      |

*Figura 4. 13. Balance y resultados  
Fuente: Autor, 2022*

El sistema de generación fotovoltaica de las 24 horas que contiene un día solo puede aprovechar la energía emitida por el sol en un lapso de 12 horas. Comenzando desde las 6:00 am hasta las 18:00pm ocaso. La figura 4.14. muestra que en horarios de 12:00 hasta las 14:00, es un periodo donde hay un mayor aprovechamiento de la radiación difusa.

**Nueva variante de simulación  
Sumas mensuales por hora para E\_Grid [kWh]**

|            | 0H | 1H | 2H | 3H | 4H | 5H | 6H | 7H   | 8H   | 9H    | 10H   | 11H   | 12H   | 13H   | 14H   | 15H  | 16H  | 17H  | 18H | 19H | 20H | 21H | 22H | 23H |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Enero      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 218  | 589  | 927   | 1146  | 1164  | 1245  | 1265  | 1097  | 880  | 557  | 211  | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Febrero    | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 190  | 537  | 876   | 1107  | 1215  | 1226  | 1166  | 1041  | 822  | 526  | 203  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Marzo      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 271  | 692  | 1047  | 1383  | 1479  | 1511  | 1423  | 1256  | 1008 | 670  | 242  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Abril      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 336  | 795  | 1192  | 1468  | 1554  | 1575  | 1478  | 1289  | 985  | 615  | 203  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Mayo       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  | 375  | 840  | 1213  | 1511  | 1500  | 1546  | 1380  | 1236  | 991  | 621  | 201  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Junio      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 281  | 613  | 943   | 1194  | 1320  | 1272  | 1171  | 1052  | 829  | 544  | 192  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Julio      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 265  | 643  | 998   | 1196  | 1331  | 1395  | 1263  | 1108  | 879  | 540  | 199  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Agosto     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 260  | 639  | 972   | 1248  | 1356  | 1330  | 1271  | 1097  | 858  | 541  | 183  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Septiembre | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 8  | 347  | 677  | 929   | 1191  | 1210  | 1286  | 1225  | 1118  | 896  | 553  | 180  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Octubre    | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 17 | 295  | 572  | 781   | 858   | 926   | 873   | 922   | 905   | 645  | 348  | 90   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Noviembre  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 23 | 292  | 562  | 717   | 847   | 885   | 870   | 856   | 746   | 509  | 283  | 67   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Diciembre  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 9  | 292  | 676  | 1021  | 1257  | 1342  | 1355  | 1209  | 949   | 689  | 412  | 120  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Año        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 63 | 3422 | 7835 | 11615 | 14407 | 15283 | 15486 | 14630 | 12894 | 9990 | 6210 | 2091 | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

*Figura 4. 14. Periodo horario de aprovechamiento de energía  
Fuente: Autor, 2022*

## **CAPITULO V**

### **5. ESTUDIO TECNICO ECONOMICO**

#### **5.1. Evaluación técnica**

El proyecto se analiza desde el punto de vista técnico para determinar qué tipo de beneficios ofrece el sistema fotovoltaico en comparación con el sistema eléctrico convencional que funciona mediante medios no renovables.

Sistema eléctrico mediante energía no renovable cuenta con una red en media tensión suministrada por la empresa de electricidad. Siendo considerado como un consumidor comercial. Las planillas de facturación mensual reflejan un valor a pagar promedio de 1700.00 dólares. Con el propósito de disminuir el consumo eléctrico se diseñó un sistema fotovoltaico interconectado a la red le cual presenta beneficios mediante la resolución ARCERNNR- 01/201 la cual establece las condiciones en las que un sistema fotovoltaico en baja tensión puede aplicarse como generador o para disminuir el consumo.

##### **5.1.1. Beneficios técnicos del sistema fotovoltaico**

- Energía ilimitada obtenida por medios naturales
- No genera gases que afecten al medio ambiente
- Sistema presenta un ahorro energético
- El sistema se autofinancia en un periodo de 5 a 10 años
- Vida útil hasta 25 años

##### **5.1.2. Marco legal regulaciones**

###### **ARCONEL 005/18.- Calidad de servicio de distribución y comercial de energía eléctrica**

Regulación/ Resolución 005/18 explica el proceso de distribución de energía y las entidades designadas para llevar a cargo cada etapa del proceso de transporte de energía eléctrica, teniendo como punto final al usuario.

Cada entidad será responsable de una etapa importante dentro del proceso de transporte, el cual estará a cargo por las empresas de energía y este servicio será de carácter público. Cada parte será ejecutada con responsabilidad.

Se fundó el concejo nacional de electricidad (CONECEL) con la resolución 003/08. Para llevar un proceso de comercialización de la energía y establecer criterios según el tipo de servicio que el usuario necesite.

### **CONELEC 003/08.- Distribución de la energía**

El operador nacional de electricidad (CENACE) figura como encargado del manejo de operaciones para el transporte y despacho de energía de acuerdo a criterios de calidad en función del cuidado de sus instalaciones y la seguridad humana.

La regulación aplica para todo usuario que requiera el suministro de la red eléctrica dentro de su predio, el transporte de energía tiene como fin entregar la mejor calidad de la energía eléctrica, buscando la mejora continua a la energía entregada al usuario en todas sus etapas de proceso.

- Sistemas de transmisión con voltaje mayor o igual 90KV
- Reguladores de voltaje, Estaciones de transformador del nivel de voltaje
- Distribuidores de energía o grandes consumidores.

### **ARCONEL 003/18.- Micro generación fotovoltaica**

la regulación 003/18 con resolución 042/18 en el año 2018 mencionan a las energías mediante el uso de tecnologías como fuentes la generación de energía ya que el suministro se considera virtualmente inagotable, la resolución lo denomina como energía alternativa con un bajo impacto ambiental. Explica las capacidades y criterios que debe tener una micro red fotovoltaica.

Con el terminado de micro generación cataloga a todo sistema con una potencia menos o igual a 100KW a niveles de tensión en media y baja tensión aplicados para

clientes de tipo residencial, comercial e industrial, estos tipos de sistemas podrán utilizarse de forma unitaria o mediante paralelismo de quipos para inyectar energía al consumidor, mediante un medidor bidireccional se registrará el remanente que ingresará a la en caso de ser positivo a red eléctrica.

La facturación incluirá un capítulo donde se mostrará el crédito a favor por el remanente de energía inyectado por el sistema, este será utilizado como un crédito en caso de un excedente y en caso de ser menor como disminución de consumo de energía eléctrica.

### **ARCONELE 001/18.- Tarifas de servidumbre**

ARCONELE estableció según el tipo de sector, tipo de servicio, y tipo de cliente una tarifa eléctrica en función a las horas de consumo eléctrico del predio. Catalogándolos según su demanda como pequeño, mediano y gran consumidor, según su nivel de voltaje Baja tensión hasta 600V, media tensión desde 13.8 kV, 22 kV y alta tensión desde 69 kV en adelante.

### **RESOLUCION ARCENNR 013/2021 Generadores de energía renovable**

La resolución ARCENNR 013/2021 es una actualización de la resolución ARCONELE 042/18 y resolución 003/18. Explicando el proceso del cobro de tarifas eléctricas en generadores renovables al igual que la mención de beneficios técnicos y créditos a favor de usuarios que dispongan del servicio.

## **5.2. Evaluación Económica**

Para determinar si el proyecto es rentable se evaluará el presupuesto inicial por el suministro e instalación del sistema fotovoltaico. Considerando como un valor agregado el mantenimiento anual. Los proyectos de energías renovables se encuentran clasificados desde como un proyecto autosustentable ya que depende de una inversión para la instalación y puesta en servicio, sin embargo, una vez operativa se reflejará en la

factura mensual el ahorro económico. La tabla 5.1. muestra el presupuesto por el suministro, instalación y puesta en servicio.

Tabla 5. 1. Presupuesto eléctrico

| Item            | Descripción   | Unidad | Cantidad | Precio      | Total               |
|-----------------|---|--------|----------|-------------|---------------------|
| 1               | Suministro e instalación de paneles solares de 530W   | u      | 168      | \$462,00    | \$77.616,00         |
| 2               | Suministro e instalación de Inversor solar de 100KW   | u      | 1        | \$10.900,00 | \$10.900,00         |
| 3               | Transformador trifasico de 125 Kva  | u      | 1        | \$9.500,00  | \$9.500,00          |
| 4               | Conectores MC4 par macho/hembra   | u      | 120      | \$11,05     | \$1.326,00          |
| 5               | Acometida DC desde lazos panel fotovoltaico hasta tablero DC incluye 2C#8AWG - TTU - 200V                       | Glb    | 1        | \$3.080,00  | \$3.080,00          |
| 6               | Suministro e instalación de tablero DC incluye protecciones   | u      | 1        | \$2.930,00  | \$2.930,00          |
| 7               | Acometida DC desde tablero DC hasta entrada de inversor incluye 2C#8AWG - TTU - 2000V                           | Glb    | 1        | \$742,00    | \$742,00            |
| 8               | Acometida DC desde salida del inversor hasta iTablero AC incluye 2X3C#2/0 + N#2/0 +T# 2 AWG - Superflex - 1000V | Glb    | 1        | \$1.567,00  | \$1.567,00          |
| 9               | Suministro e instalación de tablero AC incluye protecciones   | u      | 1        | \$1.430,00  | \$1.430,00          |
| 10              | Pruebas y puesta en marcha  | u      | 1        | \$500,00    | \$500,00            |
| <b>SUBTOTAL</b> |   |        |          |             | <b>\$109.591,00</b> |

Fuente: Autor, 2022

La tabla 5.1. detalla el monto total por el suministro, instalación y puesta en servicio del sistema fotovoltaico con un total de 109.591,00 dólares, debido a su monto es considerado como un proyecto de mediano a largo plazo. Para efectos de estudio se estima que el mantenimiento anual tendrá un precio de 1000.00 dólares, este valor solo cubrirá la limpieza, ajuste de conexiones y configuración a los inversores.

Se determinará si el proyecto es rentable mediante el uso del costo beneficio evaluando el presupuesto inicial versus el ahorro luego de haber pagado el monto del proyecto.

Para determinar el plazo en el que se observara la recuperación de la inversión se utilizaran dos herramientas para determinar la rentabilidad del proyecto las cuales son el TIR (Tasa interna de retorno) y VAN (valor anual neto), el análisis se realizara con el tiempo de vida útil estimado del proyecto según lo indicado por la resolución ARCERNR 001/21 donde establece que es tiempo promedio con mantenimientos es hasta de 25 años.

El proyecto superando los 100 K necesita un financiamiento inicial mismo que se simulara mediante un préstamo bancario por el 100% del valor del proyecto sin incluir los mantenimientos. Para proyectos considerados como Grandes proyectos a favor del medio ambiente se carga con un interés de 9.45%. como lo muestra la tabla 5.2.

*Tabla 5. 2. Tabla de amortización bancaria*

| <b>MODELO TABLA DE AMORTIZACION</b> |                           |                |                  |                  |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>Ent. Bancaria:</b>               | BANCO DE LA PRODUCCION    |                |                  |                  |
| <b>Préstamo:</b>                    | \$110.000,00              |                |                  |                  |
| <b>Tasa de interés:</b>             | 9,45%                     |                | Tasa efectiva    | 9,95%            |
| <b>Plazo:</b>                       | 5 años                    |                |                  |                  |
| <b>Tiempo de gracia:</b>            | 0 años                    |                |                  |                  |
| <b>Amortización</b>                 | 30 Días                   |                |                  |                  |
| <b>Total de meses.</b>              | 60 para amortizar capital |                |                  |                  |
|                                     | <b>SALDO</b>              | <b>INTERES</b> | <b>PRINCIPAL</b> | <b>DIVIDENDO</b> |
| 0                                   | 110000,00                 |                |                  |                  |
| 1                                   | 108166,67                 | 866,25         | 1833,33333       | 2699,58          |
| 2                                   | 106333,34                 | 851,82         | 1833,33333       | 2685,15          |
| 3                                   | 104500,01                 | 837,38         | 1833,33333       | 2670,71          |
| 4                                   | 102666,68                 | 822,94         | 1833,33333       | 2656,27          |
| 5                                   | 100833,35                 | 808,51         | 1833,33333       | 2641,84          |
| 6                                   | 99000,02                  | 794,07         | 1833,33333       | 2627,4           |
| 7                                   | 97166,69                  | 779,63         | 1833,33333       | 2612,96          |
| 8                                   | 95333,36                  | 765,19         | 1833,33333       | 2598,52          |
| 9                                   | 93500,03                  | 750,76         | 1833,33333       | 2584,09          |
| 10                                  | 91666,70                  | 736,32         | 1833,33333       | 2569,65          |
| 11                                  | 89833,37                  | 721,88         | 1833,33333       | 2555,21          |
| 12                                  | 88000,04                  | 707,44         | 1833,33333       | 2540,77          |
| 13                                  | 86166,71                  | 693,01         | 1833,33333       | 2526,34          |
| 14                                  | 84333,38                  | 678,57         | 1833,33333       | 2511,9           |
| 15                                  | 82500,05                  | 664,13         | 1833,33333       | 2497,46          |
| 16                                  | 80666,72                  | 649,69         | 1833,33333       | 2483,02          |

|    |          |        |            |         |
|----|----------|--------|------------|---------|
| 17 | 78833,39 | 635,26 | 1833,33333 | 2468,59 |
| 18 | 77000,06 | 620,82 | 1833,33333 | 2454,15 |
| 19 | 75166,73 | 606,38 | 1833,33333 | 2439,71 |
| 20 | 73333,40 | 591,94 | 1833,33333 | 2425,27 |
| 21 | 71500,07 | 577,51 | 1833,33333 | 2410,84 |
| 22 | 69666,74 | 563,07 | 1833,33333 | 2396,4  |
| 23 | 67833,41 | 548,63 | 1833,33333 | 2381,96 |
| 24 | 66000,08 | 534,19 | 1833,33333 | 2367,52 |
| 25 | 64166,75 | 519,76 | 1833,33333 | 2353,09 |
| 26 | 62333,42 | 505,32 | 1833,33333 | 2338,65 |
| 27 | 60500,09 | 490,88 | 1833,33333 | 2324,21 |
| 28 | 58666,76 | 476,44 | 1833,33333 | 2309,77 |
| 29 | 56833,43 | 462,01 | 1833,33333 | 2295,34 |
| 30 | 55000,10 | 447,57 | 1833,33333 | 2280,9  |
| 31 | 53166,77 | 433,13 | 1833,33333 | 2266,46 |
| 32 | 51333,44 | 418,69 | 1833,33333 | 2252,02 |
| 33 | 49500,11 | 404,26 | 1833,33333 | 2237,59 |
| 34 | 47666,78 | 389,82 | 1833,33333 | 2223,15 |
| 35 | 45833,45 | 375,38 | 1833,33333 | 2208,71 |
| 36 | 44000,12 | 360,94 | 1833,33333 | 2194,27 |
| 37 | 42166,79 | 346,51 | 1833,33333 | 2179,84 |
| 38 | 40333,46 | 332,07 | 1833,33333 | 2165,4  |
| 39 | 38500,13 | 317,63 | 1833,33333 | 2150,96 |
| 40 | 36666,80 | 303,19 | 1833,33333 | 2136,52 |
| 41 | 34833,47 | 288,76 | 1833,33333 | 2122,09 |
| 42 | 33000,14 | 274,32 | 1833,33333 | 2107,65 |
| 43 | 31166,81 | 259,88 | 1833,33333 | 2093,21 |
| 44 | 29333,48 | 245,44 | 1833,33333 | 2078,77 |
| 45 | 27500,15 | 231,01 | 1833,33333 | 2064,34 |
| 46 | 25666,82 | 216,57 | 1833,33333 | 2049,9  |
| 47 | 23833,49 | 202,13 | 1833,33333 | 2035,46 |
| 48 | 22000,16 | 187,69 | 1833,33333 | 2021,02 |
| 49 | 20166,83 | 173,26 | 1833,33333 | 2006,59 |
| 50 | 18333,50 | 158,82 | 1833,33333 | 1992,15 |
| 51 | 16500,17 | 144,38 | 1833,33333 | 1977,71 |
| 52 | 14666,84 | 129,94 | 1833,33333 | 1963,27 |
| 53 | 12833,51 | 115,51 | 1833,33333 | 1948,84 |
| 54 | 11000,18 | 101,07 | 1833,33333 | 1934,4  |
| 55 | 9166,85  | 86,63  | 1833,33333 | 1919,96 |
| 56 | 7333,52  | 72,19  | 1833,33333 | 1905,52 |
| 57 | 5500,19  | 57,76  | 1833,33333 | 1891,09 |

|    |         |       |            |         |
|----|---------|-------|------------|---------|
| 58 | 3666,86 | 43,32 | 1833,33333 | 1876,65 |
| 59 | 1833,44 | 28,88 | 1833,42933 | 1862,31 |
| 60 | 0,00    | 14,44 | 1833,42933 | 1847,87 |

Fuente: Fuente: (Bonilla, R) editada por autor, 2022

La tabla 5.3 muestra el ahorro energético mediante los beneficios indicados en la resolución ARCNERNNR 001/21 donde establece el cálculo de un generador fotovoltaico y como se aplica el crédito según su tipo de instalación.

La tabla aplica para un consumidor en medio voltaje con demanda, de acuerdo a los servicios que ofrece el cliente se aplicaron tarifas de 8:00 a 22:00 y de 2:00 a 8:00 horas, las tarifas se tomaron en función al pliego tarifario de la empresa eléctrica guayaquil (CNEL EP). El ahorro económico del sistema es de \$1.457,79 dólares.

Tabla 5. 3. Ahorro energético

| MES 1                              |                                      |         |                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------|----------------------|
| Ej: 1                              | Industrial Medio voltaje con demanda | Demanda | Energía              |
| Cargos horarios                    |                                      |         | 4,79                 |
| 8:00 a 22:00                       |                                      |         | 0,09                 |
| 22:00 a 8:00                       |                                      |         | 0,083                |
| Comercialización                   |                                      |         | 1,414                |
| Consumos horarios                  |                                      |         | 120 kW               |
| 8:00 a 22:00                       |                                      |         | 10893 kWh-<br>mes    |
| 22:00 a 8:00                       |                                      |         | 5752 kWh-<br>mes     |
| <b>Factura spee antes del SGDA</b> | <b>2.034,00</b>                      |         | <b>USD</b>           |
| Generación                         |                                      |         | 89,9 kW              |
| 8:00 a 22:00                       |                                      |         | 24596,64 kWh-<br>mes |
| 22:00 a 8:00                       |                                      |         | 0 kWh-<br>mes        |

|   |                    |             |
|---|--------------------|-------------|
| Balance   |                    |             |
| Consumos horarios   |                    | kWh-        |
| 8:00 a 22:00  | -13703,64          | mes         |
| 22:00 a 8:00  | 5752               | kWh-<br>mes |
| Energía equivalente inyectada:                            | <b>24596,64</b>    |             |
| 8:00 a 22:00  | 24596,64           |             |
| 22:00 a 8:00  | 0                  |             |
| Energía equivalente consumida:                            | <b>16197,62222</b> |             |
| 8:00 a 22:00  | 10893              |             |
| 22:00 a 8:00  | 5304,62222         |             |
| Energía neta equivalente en el período mensual de consumo | -8399,017778       |             |
| Energía consumida facturable                              | 0                  |             |
| Crédito de energía equivalente mes                        | 8399,017778        |             |
| Crédito de energía equivalente acumulado                  | 8399,017778        |             |
| <b>Factura spee antes del SGDA</b>                        | <b>576,21</b>      | <b>USD</b>  |
| <b>Ahorro SPEE</b>  | <b>1.457,79</b>    | <b>USD</b>  |
| <b>Ahorro total</b>                                       | <b>1.457,79</b>    | <b>USD</b>  |

Fuente: Fuente: CNEL EP editada por autor, 2022

La tabla 5.4. realiza la evaluación técnico-económica primero sin usar préstamo bancario, ya que se evalúa si la capacidad de ahorro en dólares puede lograr que este proyecto se autofinancie antes de año 10, en caso de ser autofinanciado en un año menor al 5, este no necesitara préstamo bancario solo si la el cliente según su actividad financiera tiene la capacidad de financiar el 100% de la inversión.

| Ahorro Anual (USD) | Costo Mantenimiento Anual (USD) | Flujo de Caja  | VAN            | Saldo VP Acumulado |
|--------------------|---------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
|                    |                                 | \$ -110.000,00 | \$ -110.000,00 | \$ -110.000,00     |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 14.985,45   | \$ -95.014,55      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 13.623,14   | \$ -81.391,40      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 12.384,67   | \$ -69.006,73      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 11.258,79   | \$ -57.747,94      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 10.235,27   | \$ -47.512,67      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 9.304,79    | \$ -38.207,88      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 8.458,90    | \$ -29.748,98      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 7.689,91    | \$ -22.059,08      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 6.990,83    | \$ -15.068,25      |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 6.355,30    | \$ -8.712,96       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 5.777,54    | \$ -2.935,41       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 5.252,31    | \$ 2.316,90        |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 4.774,83    | \$ 7.091,72        |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 4.340,75    | \$ 11.432,48       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 3.946,14    | \$ 15.378,61       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 3.587,40    | \$ 18.966,01       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 3.261,27    | \$ 22.227,28       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 2.964,79    | \$ 25.192,08       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 2.695,27    | \$ 27.887,34       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 2.450,24    | \$ 30.337,58       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 2.227,49    | \$ 32.565,08       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 2.024,99    | \$ 34.590,07       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 1.840,90    | \$ 36.430,97       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 1.673,55    | \$ 38.104,52       |
| \$ 17.484,00       | \$ 1.000,00                     | \$ 16.484,00   | \$ 1.521,41    | \$ 39.625,93       |
|                    |                                 |                | VAN            | \$ 39.625,93       |
|                    |                                 |                | TIR            | 14,5%              |

Tabla 5. 4. Tabla TIR y VAN sin préstamo

En la tabla 5.4. se evidencia que en el año cuatro se comienza a ver el retorno de la inversión, obteniendo una tasa interna de inversión de 14.5% y un valor anual neto de 39625,93 dólares. La figura 5.1. muestra que en año 13 el flujo se vuelve positivo.

Fuente: Autor, 2022

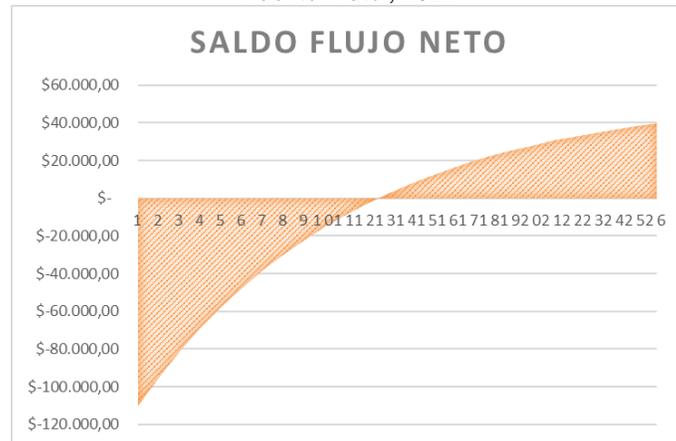


Figura 5. 1. Flujo neto sin préstamo

Fuente: Autor, 2022

No se considera, el análisis financiero mediante préstamo bancario ya que se demuestra que el proyecto tiene beneficios que le ayudan a autofinanciarse antes del tiempo previsto. Desde el punto de vista económico es un proyecto autosostenible.

La evaluación costo beneficio, evaluara el porcentaje de ganancia que tiene este proyecto tomando el valor inicial con que se comenzó el proyecto de 110,000.00 dólares contra el flujo positivo dentro de los 25 años de vida útil del proyecto de 39,625,93.

## **CAPITULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES.**

El capítulo I, plantea la alternativa de un sistema fotovoltaico que permita reducir el consumo eléctrico actual y discutir el consumo mediante los beneficios que el sistema ofrece de acuerdo con la regulación ARCERNNR 001/2021.

El capítulo II, detalla el estado del arte y fundamentos teóricos, conceptos de aprovechamiento de la irradiación criterios para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

El capítulo III, aplica un diagnóstico del consumo y la búsqueda de parámetros para evaluar la factibilidad de un generador fotovoltaico como alternativa mediante un sistema interconectado, llegando al desenlace de que cumple con todos los criterios para el diseño de un generador fotovoltaico.

El capítulo IV realizó un cálculo teórico donde el generador fotovoltaico tendrá una potencia de 108 kW, sin embargo, el software establece que el sistema tendrá una potencia nominal de 89.9 kW siendo la diferencia de 20%, lo que da a entender que el software considero todas las pérdidas. No obstante, el sistema propuesto no abastece el consumo existente como generador, pero puede ser utilizado para disminuir la demanda en un 85% en horarios de 6:00 hasta las 18:00 horas.

El capítulo V evaluó al sistema desde el punto de vista técnico económico, donde en el año 5 se tiene un retorno de la inversión y un flujo positivo, considerándose un proyecto autosostenible y con un porcentaje de beneficios del 41%.

## **6.2. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda validar los cálculos teóricos mediante un software que considere pérdidas en el sistema y trabaje en función al área y dimensiones de módulos fotovoltaicos.

Se recomienda un estudio sobre los beneficios ambientales que se obtienen al implementar un sistema fotovoltaico y reducir la generación de CO2 anual.

Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo anual al sistema fotovoltaico, en caso, para cumplir con el tiempo de vida útil del sistema como lo indica la resolución ARCERNR-013/2021 para el ciclo de vida útil de generadores renovables, además se recomienda implementar un programa de mantenimiento con todas las consideraciones técnicas y tiempos de uso, además de controlar algún incremento de la demanda eléctrica y del consumo a futuro.

## Bibliografía

- Alimentsa, I. d. (2015). Camara nacional de acuicultura y energias para el desarrollo sostenible.
- Alomoto, O., & Pilco, D. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo de inversor trifásico DC – AC acoplado a un panel fotovoltaico, utilizando el algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia mediante un microcontrolador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17278>
- Alvarez, G., & Vaca, H. (2014). *Diseño e implementacion de microred hibrida a base de energia fotovoltaica y termica diesel en la empresa Trace Oilfiled Services Cia Ltda para reducir la contaminacion ambiental*. Ambato: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Electromecánica.
- Álvarez, R. (2015). *Aportes a la conversión DC-AC en sistemas fotovoltaicos: módulos inversores conectados en cascada*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55712/88031483.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Andrade, L. (2018). *Implementación de un módulo didáctico de un inversor de onda senoidal para el Laboratorio de Electrónica de Potencia* . Quito.
- Arboleda, J. (2008). Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras. Colombia.
- ARCERNNR. (2021). *Microgeneracion*, 39.
- ARCONEL. (2015). *Estadística anual y multianual del sector electrico ecuatoriano*, 300.
- Armijos, K., & Cabrera, J. (2020). *Implementacion de un sistema fotovoltaico de 600W para la alimentacion del laboratorio de metrologia*. Guayaquil: Universidad politecnica saleciana.
- Arroyo, O. (2013). Estudio de la factibilidad de iluminacion con la tecnologia led conectado con un panel fotovoltaico. En O. Arroyo, *Estudio de la factibilidad de iluminacion con la tecnologia led conectado con un panel fotovoltaico*. Mexico.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica*. Quito: Asamblea Nacional. Obtenido de <http://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Ley-Org%C3%A1nica-del-Servicio-P%C3%BAblico-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Proyectos de Energía Renovable* . Santiago - Chile: BID.
- Bonilla, E. (2020). *Diseño de una microredes electricas utilizando energia fotovoltaica para el sistema auxiliar de emergencia energetica en edificaciones de actividades comerciales*. Quito: Universidad Catolica Santiago de Guayaquil.
- CAF, B. d. (2013). Energía una visión sobre la potencia fotovoltaica instalada en el mundo. 23.
- Camera, F. (2017). Agencia Internacional de Energía Renovable . *Energía Renovable*, 23 45.
- Caminante, Á. (2013). *Energía Renovable* . PIRHUA.

- Cardozo, D. (2019). Simulación de un Sistema Fotovoltaico Aislado en Matlab/Simulink. *Mundo FESC*, 9(17), 16-22. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7452557>
- Castillon, D., & Carillo, J. (2021). *Evaluacion del impacto ambiental de la instalacion de un sistema fotovoltaico en la finca del hotel Santa Helena en Restrepo - Meta(Colombia)*. Colombia: Universidad Libre - Facultad de ingenieria ambiental.
- CELEC EP. (2021). *Plan maestro de electricidad MERNNR-VEER-2021-0008-AM*, 16.
- CENTROSUR. (2014). *Introduccion a las energias renovables*. Cuenca.
- CFN. (2022). *Índices y tablas de amortización para préstamos*. Quito.
- Chavez, I. (2012). Diseño de sistemas fotovoltaicos autonomos. En I. Chavez, *Diseño de sistemas fotovoltaicos autonomos* (pág. 6).
- Cherres, D., Pozo, M., & Gallardo, C. (2020). Análisis del Seguimiento del Punto de Máxima Potencia Global (GMPPT) con Perfiles de Sombras para una Granja Fotovoltaica. *Ideas*, 1(2), 75-90. Obtenido de <http://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas/article/view/353/288>
- Climate.ORG. (2022). *Diagrama de temperatura duran*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/duran-2960/>
- CONELEC. (2014). *Atlas solar del ecuador con fines de generación energetica*. Quito.
- Corporación Eléctrica del Ecuador. (2016). *Proyecto TermoPichincha*. Quito: CEE. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/termopichincha/index.php/retos-empresariales/proyectos-de-generacion-no-convencional/energia-fotovoltaica>
- Corporación Eléctrica Nacional del Ecuador. (2021). La energía es una alternativa. *CENACE*, 23. Obtenido de <http://www.cenace.gob.ec/misionvisionvalores/>
- Corporación Nacional de Electricidad. (2013). *Plan maestro de electricidad*. Quito : CONELEC.
- Cortés, C., Gómez-Gómez, G., Betancur, F., Carvajal, S., & Guerrero, N. (2002). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *Tecnológicas*, 23(47), 1-21. Obtenido de <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1403/1412>
- Creus, A. (2014). *Energías Renovables* (2 ed.). Bogotá: Da la U.
- Dehn. (2010). *Manual de proteccion contra rayos y descargas atmosfericas*.
- Delgado, C. (2009). *Desarrollo de una cultura de calidad*. SL, Barcelona - España.
- Deming, E. (1989). *Administración de Calidad Total*. México: Norma.
- Dominguez, A. (2020). Microgeneracion para viviendas menores a 10KW. En *Microgeneracion para viviendas menores a 10KW* (pág. 25). Guayaquil.
- Domínguez, D., & Salvatierra, B. (2016). *Análisis de calidad de energía eléctrica en sistemas fotovoltaicos conectados a la red*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12710/1/UPS-CT006582.pdf>

- DURAN, G. (2015). *Plan de desarrollo geografía urbana*. Duran.
- EIA. (2014). Key World Energy Statistics. *International Energy Agency*.
- Energía Solar. (2016). *La electricidad*. Obtenido de La energía renovable: [energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/el-regulador-de-carga.html](http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com/2006/01/el-regulador-de-carga.html)
- energy, G. r. (2015). *renewable energy in total final energy consumption* , 204.
- Enerpoint. (2013). *La energía renovable*. Obtenido de Energía point: [www.enerpoint.es/photovoltaic\\_system.php](http://www.enerpoint.es/photovoltaic_system.php)
- EP, G. d.-S. (2016). *Narvaez, Cristhian; Pezantes, Cristhian*. Cuenca.
- Escamilla, j., & Tovar, D. (2011). *Sistema fotovoltaico de 8kW interconectado a la red*. Colombia.
- Escoda, S. (2017). *Libro Blanco de la Energía Renovable* . Barcelona : La moderna.
- Evans, J. (2008). *La Administración y el Control de Calidad* . Barcelona : Phillips.
- Fabio, A. (2016). Diseño e instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios. Bogota.
- Fernández, L. G., & Cervantes, A. (2017). *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira*. Altamira: Centro de Investigación en Materiales Avanzados SC. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1927/1/TESIS%20MER.pdf>
- Fotersa. (2014). *Estudio de impacto ambiental granja solar fotovoltaico del pacifico I*. Honduras: Universidad Católica de honduras.
- Franco, K. (2017). *Análisis comparativo de radiación solar vs actividad solar en Quito y su efecto sobre la salud 2007-2016*. Quito.
- Frias, T. (2012). *Colector solar térmico interconectado a la red*. Mexico.
- Fuentes, G. (2020). *La seguridad energética durante la producción de energía baja en carbono*. Mexico.
- Galan, F. (2005). Detección de planetas extrasolares con un interferómetro desplazamiento rotacional. Mexico.
- Gonzales, J. (2009). Energías renovables. En J. Gonzales, *Energías renovables* (págs. 4-7). Barcelona: Reverte.
- Gonzalez, I., & Lanuza, A. (2017). *Propuesta para un sistema de bombeo solar fotovoltaico para riego por goteo en la finca Concepción comarca Ato Viejo San Nicolás*. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua.
- Hidalgo, A. (2015). Diseño de un sistema de energía fotovoltaica para la facultad de ciencias ambientales de la universidad internacional SEK. 22-24.
- Ibanez, A. (2015). *Energías renovables en el sistema marítimo portuario aprovechamiento energético en los molinos de marea*. España.

- Instituto de Investigación Geológica y Energético. (2015). *Las fuentes renovables*. Quito: INER. Obtenido de <https://www.geoenergia.gob.ec/>
- Izquierdo, F. (1990). Atlas solar del Ecuador con fines de generacion energetica. En f. Izquierdo, *Atlas solar del Ecuador con fines de generacion energetica* (pág. 5). Quito.
- López de Lacalle, A., & Bayod, Á. (2018). *Estimación de la vida útil de baterías en sistemas fotovoltaicos. Influencia de la gestión energética del sistema*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/69841/files/TAZ-TFG-2018-066.pdf>
- Lopez, A. (2015). Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red en una vivienda de Salamanca. Pagina 32 - 101.
- Lopez, N. (2014). *Procesos terminamicos y degradacion de la biomasa de origen vegetal*. Cuba.
- MAATE. (2012). *Guia para el calculo de efectos de invernadero*. Quito.
- Martín, L., Serra, F., & Magaldi, G. (2020). *Control de un Sistema de Energía Solar Para la Alimentación de Cargas Aisladas*. Cuernavaca: Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (México). Obtenido de [http://b-dig.iie.org.mx/BibDig2/P16-0417/papers/IEEE\\_ARGENCON\\_2016\\_paper\\_72.pdf](http://b-dig.iie.org.mx/BibDig2/P16-0417/papers/IEEE_ARGENCON_2016_paper_72.pdf)
- Martínez, J. J., Rangel, S., Gutiérrez, F., & Orozco, H. (2019). Propuesta de un sistema de control para un convertidor bidireccional CD-CA empleado para transferir energía entre un sistema fotovoltaico y la red eléctrica de corriente alterna. *Pistas Educativas*, 1(134), 1190-1203. Obtenido de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2046/1687>
- Merino, L. (2007). *Energías Renovables para Todos*. España: Fundación de Energía de la Comunidad de Madrid.
- Mogrovejo, W., & Sarmiento, J. (2017). Consumo de la energia solar fotovoltaica. 19-234.
- Navarro, S., Gonzalez, J., & Lopez, C. (2019). *Implementacion de un sistema fotovoltaico para la alimentacion de un edificio de usos multiples*. Mexico.
- Ocampo, F., & Suarez, W. (2017). *Diseño y simulacion de la operacion y control de los convertidores estaticos de una microred fotovoltaica (micro smart grid) aplicado a un sistema de alumbrado publico a partir de fuentes de energias renovables*. Quito: Escuela Politecnica Nacional. Facultad de Ingeniería Electrica y Electronica.
- Perpiñan, O. (2013). Energia solar fotovoltaica. En O. Perpiñan, *Energia solar fotovoltaica* (págs. 1-2).
- Pesantes, D., & Montesdeoca, J. (2017). *Analisis del indice de seguridad energetica de generacion electrica del ecuador empleando metodologia de dinamica de sistema*. Cuenca.
- Quispe, E. (2022). *Diseño de un sistema para calentamiento de agua aplicando energia geotermica de baja entalpia para la hosteria Agoyan ubicada en baños de agua santa, provincia de tunguragua*. Ambato.

- Ramos, H., & Luna, R. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la universidad de Salamanca*. Mexico.
- Rodriguez, K. (2011). *Análisis de desempeño entre una batería plomo ácido y una batería AGM*. Mexico.
- Romero, V. (2020). *Sistema fotovoltaico autónomo para mayor disponibilidad de energía eléctrica en Senati*. Peru.
- Salazar, A., Pichardo, A., & Pichardo, U. (2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable. *Revista de Investigación y Desarrollo (ECORFAN)*, 2(5), 11-20. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion\\_y\\_Desarrollo/vol2num5/Revista\\_de\\_Investigaci%c3%b3n\\_y\\_Desarrollo\\_V2\\_N5\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion_y_Desarrollo/vol2num5/Revista_de_Investigaci%c3%b3n_y_Desarrollo_V2_N5_2.pdf)
- Sanchez, M. (2011). Energía solar fotovoltaica. En M. Sanchez, *Energía solar fotovoltaica* (pág. 311).
- Sánchez, S. (2004). *Energías Renovables: Conceptos y Aplicaciones*. Quito: AH/Editoria.
- Santamarta, J. (2004). Las energías renovables son el futuro. En J. Santamarta, *Las energías renovables son el futuro* (págs. 34-35). World Watch.
- Sarmiento, D., & Valarezo, J. (2014). *Influencia de la operación del parque eólico Villonaco en la calidad de energía eléctrica de la empresa eléctrica regional del sur*. Guayaquil.
- SMA. (2018). *Tecnologías de inversor solar*. España.
- Ticona, A. (2019). *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el hospital de la localidad de Coripata provincia Nor Yungas*. Bolivia: Universidad Mayor San Andrés.
- Zondag, & H.A. (2002). *The thermal and electrical yield of a PV-thermal collector*. Netherland: Elsevier.

## Terminología

### Definiciones:

**Acometida:** son el número de conductores de salen de la red eléctrica hasta el usuario final

**Alimentador:** son el número de conductores que salen del tablero principal hasta los sub-tableros o cargas.

**Albedo:** radiación que incide sobre elementos dentro de una superficie plana.

**Altura solar:** se denomina como el angulo entre el sol respecto al horizonte donde irradia energía en una superficie plana

**Azimut:** Angulo de orientación que proyecta la superficie terrestre en forma esférica.

**Consumo de energía:** cantidad de energía consumida por el usuario a ser facturada.

**Demanda de energía:** cantidad de energía necesaria para que el sistema opere en condiciones normales preservando su calidad de servicio.

**Eficacia:** % de rendimiento de rendimiento sobre una consigna.

**Eficiencia:** sistema capas de optimizar los recursos con el mayor rendimiento.

**Energía (E):** Trabajo necesario por generar un movimiento. Su unidad es el Julio (J).

**Energía renovable:** Energía emanada por fuentes naturales. Su unidad de medida es el Julio (J).

**Horas sol pico (HSP):** periodo de aprovechamiento de máxima captación de irradiación difusa. Su unidad son las horas (h).

**Irradiación (H):** radiación que incide sobre una superficie plana en un periodo horario. Su unidad es la Energía ( $Jh/m^2$  o  $Wh/m^2$ ).

**Irradiación (I):** radiación que incide sobre una superficie plana. Su unidad es la potencia ( $W/m^2$ ).

**Irradiación directa:** cantidad de radiación de incide sobre una superficie plana sin tener pérdidas por nubosidad o refracción con el entorno.

**Irradiación difusa:** radiación resultante, después de ser reflejada por nubes o partículas, dicha resultante incidiendo sobre una superficie plana.

**Irradiancia global:** comprende el conjunto de radiaciones desde el punto de partida hasta la interacción con el objeto en una superficie plana, siendo la sumatoria las radiaciones, directa y difusa.

**Orientación solar:** trayectoria que toma el sol partiendo de este a oeste.

**Potencia pico:** Potencia máxima en paneles solares. Su unidad es el Vatio (W).

**Potencia nominal:** potencia en condiciones estándar que el equipo trabaja. Su unidad de medida es el Vatio (W).

**Radiación solar:** es la energía propagada por el sol en todas las direcciones del espacio.

**Sistema fotovoltaico:** componentes que forman un sistema capaz de entregar energía alterna por medio de la captación de radiación solar.

**Sombra:** Espacio donde no incide luz y se genera un área oscura.

# ANEXOS



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbos Piso 3  
Sucursal: Odiá. La Garzota Mz 47, sector 3.  
Ruc: 0968599020001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 148-999-036924282  
Nro. doc. interno 2107763968  
Fecha de emisión 07-03-2022  
Fecha de vencimiento 22-03-2022  
Número de autorización 0703202201096859902000121489990369242820179833016



K200016669844

## Información del Consumidor

**VALOR TOTAL: 1701,63**

### CUENTA CONTRATO 200016669844

Razón social EDIFICIO RIVERFRONT I (EDIFICIO RIVERFRONT I)  
RUC 0992769882001  
Celular 0958859767  
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico  
Dirección del servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

Código Único Eléctrico 0401344012

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria  
Geocódigo 0402E005000111 Unidad de Lectura 0402E005

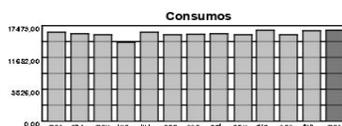
### 1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 1268511  
Tipo de consumo leido  
Fecha desde 02-02-2022  
Días facturados 30  
Fecha hasta 03-03-2022  
Factor de multiplicación 120,00  
Factor de corrección 1,0000  
Factor de potencia (FP) 1,0000  
Penalización bajo FP 0,0000

| Descripción                       | Fecha Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Diferencia Consumo | Consumo Subtotal | Consumo interno Transformador | Consumo Total | Unidad Medida | Monto (\$) |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Energía act. hor. A (08h00-18h00) | 03-03-2022  | 124,00         | 61,00            | 0,00               | 7560,00          | 151,20                        | 7711,20       | kWh           | 634,01     |
| Energía act. hor. B (18h00-22h00) | 03-03-2022  | 53,00          | 27,00            | 0,00               | 3120,00          | 62,40                         | 3182,40       | kWh           | 286,42     |
| Energía act. hor. C (22h00-08h00) | 03-03-2022  | 94,00          | 47,00            | 0,00               | 5640,00          | 112,80                        | 5752,80       | kWh           | 419,95     |
| Energía reactiva total            | 03-03-2022  | 0,00           | 0,00             | 0,00               | 0,00             | 0,00                          | 0,00          | kVarh         | 0,00       |
| Demanda máx. hor. A (08h00-18h00) | 03-03-2022  | 0,38           | 0,00             | 0,38               | 0,38             | 0,00                          | 0,38          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. B (18h00-22h00) | 03-03-2022  | 0,46           | 0,00             | 0,46               | 0,46             | 0,00                          | 0,46          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. C (22h00-08h00) | 03-03-2022  | 0,15           | 0,00             | 0,15               | 0,15             | 0,00                          | 0,15          | kW            | 0,00       |
| Demanda facturable                | 03-03-2022  | 55,20          | 0,00             | 55,20              | 55,20            | 1,10                          | 56,30         | kW            | 225,37     |

### 2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00

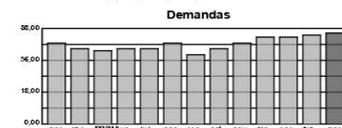


### Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo 1400,38  
Comercialización 7,07  
Valor Demanda 225,37  
Subtotal Servicio Eléctrico (SE) 1632,82  
Servicio Alumbrado Público General 62,43  
Subtotal Alumbrado Público (APG) 62,43  
Base I.V.A. 0% 1695,25  
I.V.A. 0% 0,00  
**TOTAL SE Y APG (1) 1695,25**

### 3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



### Formas de Pago

| FORMA DE PAGO                          | VALOR   | PLAZO | TIEMPO |
|--|---------|-------|--------|
| SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | 1695,25 | 15    | días   |

| TOTAL (A)                                  |                |
|--|----------------|
| Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1) | 1695,25        |
| Valores Pendientes (2)                     | 0,00           |
| Planes de Financiamiento (3)               | 0,00           |
| <b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)</b>      | <b>1695,25</b> |

### Mensajes

### Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

### 4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN GUAYAQUIL

Beneficiario BEN. C. BOMBEROS GUAYAQUIL  
R.U.C Beneficiario 0968514210001  
Fecha de Emisión 07-03-2022  
Cuenta Contrato 200016669844  
RUC 0992769882001  
Nombre EDIFICIO RIVERFRONT I  
Dirección Servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

| CONCEPTO                               | VALOR       |
|--|-------------|
| Contribución Bomberos                  | 6,38        |
| <b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b> | <b>6,38</b> |

| RESUMEN DE VALORES                    |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Total Sector Eléctrico (A)            | 1695,25        |
| Total Recaudación de Terceros (4+5+6) | 6,38           |
| <b>VALOR TOTAL (USD)</b>              | <b>1701,63</b> |

ANEXO 1. Facturación CNEL febrero 2021



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celibos Piso 3  
Sucursal: Cda. La Garzota Mz 47, sector 3.  
Ruc: 096859902001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 148-999-037669088  
Nro. doc. interno 2107942693  
Fecha de emisión 06-04-2022  
Fecha de Vencimiento 21-04-2022  
Número de autorización 0604202201096859902000121489990376690880179833011



**VALOR TOTAL: 1716,47**

**Información del Consumidor**

**CUENTA CONTRATO 200016669844**

Razón social EDIFICIO RIVERFRONT I (EDIFICIO RIVERFRONT I)  
RUC 0992769882001  
Celular 0958859767  
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico  
Dirección del servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

Código Único Eléctrico 0401344012

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria  
Geocódigo 0402E005000111 Unidad de Lectura 0402E005

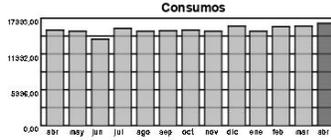
**1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Número de medidor 1268511  
Tipo de consumo leído  
Fecha desde 04-03-2022  
Días facturados 29  
Fecha hasta 01-04-2022  
Factor de multiplicación 120,00  
Factor de corrección 0,7917  
Factor de potencia (FP) 1,0000  
Penalización bajo FP 0,0000

| Descripción                       | Fecha Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Diferencia Consumo | Consumo Subtotal | Consumo interno Transformador | Consumo Total | Unidad Medida | Monto (\$) |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Energía act. hor. A (08h00-18h00) | 01-04-2022  | 194,00         | 124,00           | 0,00               | 8400,00          | 168,00                        | 8568,00       | kWh           | 771,12     |
| Energía act. hor. B (18h00-22h00) | 01-04-2022  | 81,00          | 53,00            | 0,00               | 3360,00          | 67,20                         | 3427,20       | kWh           | 308,45     |
| Energía act. hor. C (22h00-08h00) | 01-04-2022  | 136,00         | 94,00            | 0,00               | 5040,00          | 100,80                        | 5140,80       | kWh           | 375,28     |
| Energía reactiva total            | 01-04-2022  | 0,00           | 0,00             | 0,00               | 0,00             | 0,00                          | 0,00          | kVarh         | 0,00       |
| Demanda máx. hor. A (08h00-18h00) | 01-04-2022  | 0,48           | 0,00             | 0,00               | 0,48             | 0,00                          | 0,48          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. B (18h00-22h00) | 01-04-2022  | 0,38           | 0,00             | 0,00               | 0,38             | 0,00                          | 0,38          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. C (22h00-08h00) | 01-04-2022  | 0,25           | 0,00             | 0,00               | 0,25             | 0,00                          | 0,25          | kW            | 0,00       |
| Demanda facturable                | 01-04-2022  | 57,60          | 0,00             | 0,00               | 57,60            | 1,15                          | 58,75         | kW            | 186,19     |

**2. Valores Pendientes**

VALORES PENDIENTES (2) 0,00

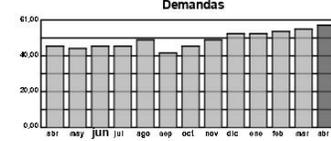


**Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| Valor Consumo                      | 1454,85        |
| Comercialización                   | 7,07           |
| Valor Demanda                      | 186,19         |
| Subtotal Servicio Eléctrico (SE)   | 1648,11        |
| Servicio Alumbrado Público General | 61,98          |
| Subtotal Alumbrado Público (APG)   | 61,98          |
| Base I.V.A. 0%                     | 1710,09        |
| I.V.A. 0%                          | 0,00           |
| <b>TOTAL SE Y APG (1)</b>          | <b>1710,09</b> |

**3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor**

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



**Formas de Pago**

| FORMA DE PAGO                          | VALOR   | PLAZO | TIEMPO |
|--|---------|-------|--------|
| SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | 1710,09 | 15    | días   |

| TOTAL (A)                                  |                |
|--|----------------|
| Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1) | 1710,09        |
| Valores Pendientes (2)                     | 0,00           |
| Planes de Financiamiento (3)               | 0,00           |
| <b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)</b>      | <b>1710,09</b> |

**Mensajes**

**Recaudación Terceros**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

**4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN GUAYAQUIL**

Beneficiario BEN. C. BOMBEROS GUAYAQUIL  
R.U.C Beneficiario 0968514210001  
Fecha de Emisión 06-04-2022  
Cuenta Contrato 200016669844  
RUC 0992769882001  
Nombre EDIFICIO RIVERFRONT I  
Dirección Servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

| CONCEPTO                               | VALOR       |
|--|-------------|
| Contribución Bomberos                  | 6,38        |
| <b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b> | <b>6,38</b> |

| RESUMEN DE VALORES                    |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Total Sector Eléctrico (A)            | 1710,09        |
| Total Recaudación de Terceros (4+5+6) | 6,38           |
| <b>VALOR TOTAL (USD)</b>              | <b>1716,47</b> |



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbos Piso 3  
Sucursal: Cda. La Garzota Mz 47, sector 3.  
Ruc: 0968599020001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 148-999-038395331  
Nro. doc. interno 2131998263  
Fecha de emisión 06-05-2022  
Fecha de Vencimiento 21-05-2022  
Número de autorización 0605202201096859902000121489990383953310179833011



K200016669844

**VALOR TOTAL: 1873,78**

**Información del Consumidor**

**CUENTA CONTRATO 200016669844**

Razón social EDIFICIO RIVERFRONT I (EDIFICIO RIVERFRONT I)  
RUC 0992769882001  
Celular 0958859767  
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico  
Dirección del servicio PUERTO SANTA ANA EDIF.RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

Código Único Eléctrico 0401344012

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria  
Geocódigo 0402E005000111 Unidad de Lectura 0402E005

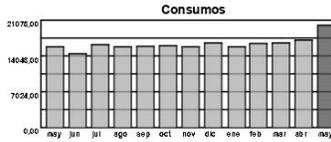
**1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Número de medidor 1268511  
Tipo de consumo leído  
Fecha desde 02-04-2022  
Días facturados 32  
Fecha hasta 03-05-2022  
Factor de multiplicación 120,00  
Factor de corrección 0,6000  
Factor de potencia (FP) 1,0000  
Penalización bajo FP 0,0000

| Descripción                       | Fecha Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Diferencia Consumo | Consumo Subtotal | Consumo interno Transformador | Consumo Total | Unidad Medida | Monto (\$) |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Energía act. hor. A (08h00-18h00) | 03-05-2022  | 277,00         | 194,00           | 0,00               | 9960,00          | 199,20                        | 10159,20      | kWh           | 914,33     |
| Energía act. hor. B (18h00-22h00) | 03-05-2022  | 116,00         | 81,00            | 0,00               | 4200,00          | 84,00                         | 4284,00       | kWh           | 385,56     |
| Energía act. hor. C (22h00-08h00) | 03-05-2022  | 182,00         | 136,00           | 0,00               | 5520,00          | 110,40                        | 5630,40       | kWh           | 411,02     |
| Energía reactiva total            | 03-05-2022  | 0,00           | 0,00             | 0,00               | 0,00             | 0,00                          | 0,00          | kVarh         | 0,00       |
| Demanda máx. hor. A (08h00-18h00) | 03-05-2022  | 0,21           |                  | 0,00               | 0,21             | 0,00                          | 0,21          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. B (18h00-22h00) | 03-05-2022  | 0,00           |                  | 0,00               | 0,00             | 0,00                          | 0,00          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. C (22h00-08h00) | 03-05-2022  | 0,16           |                  | 0,00               | 0,16             | 0,00                          | 0,16          | kW            | 0,00       |
| Demanda facturable                | 03-05-2022  | 34,56          |                  | 0,00               | 34,56            | 0,69                          | 35,25         | kW            | 84,66      |

**2. Valores Pendientes**

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



**Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| Valor Consumo                      | 1710,91        |
| Comercialización                   | 7,07           |
| Valor Demanda                      | 84,66          |
| Subtotal Servicio Eléctrico (SE)   | 1802,64        |
| Servicio Alumbrado Público General | 64,76          |
| Subtotal Alumbrado Público (APG)   | 64,76          |
| Base I.V.A. 0%                     | 1867,40        |
| I.V.A. 0%                          | 0,00           |
| <b>TOTAL SE Y APG (1)</b>          | <b>1867,40</b> |

**3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor**

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00

**Formas de Pago**

| FORMA DE PAGO                          | VALOR   | PLAZO | TIEMPO |
|--|---------|-------|--------|
| SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | 1867,40 | 15    | días   |

| TOTAL (A)                                  |                |
|--|----------------|
| Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1) | 1867,40        |
| Valores Pendientes (2)                     | 0,00           |
| Planes de Financiamiento (3)               | 0,00           |
| <b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)</b>      | <b>1867,40</b> |

**Mensajes**

**Recaudación Terceros**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

**4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN GUAYAQUIL**

Beneficiario BEN. C. BOMBEROS GUAYAQUIL  
R.U.C Beneficiario 0968514210001  
Fecha de Emisión 06-05-2022  
Cuenta Contrato 200016669844  
RUC 0992769882001  
Nombre EDIFICIO RIVERFRONT I  
Dirección Servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

| CONCEPTO                               | VALOR       |
|--|-------------|
| Contribución Bomberos                  | 6,38        |
| <b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b> | <b>6,38</b> |

| RESUMEN DE VALORES                    |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Total Sector Eléctrico (A)            | 1867,40        |
| Total Recaudación de Terceros (4+5+6) | 6,38           |
| <b>VALOR TOTAL (USD)</b>              | <b>1873,78</b> |

ANEXO 3. Facturación CNEL abril 2021



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbos Piso 3  
Sucursal: Cda. La Garzota Mz.47, sector 3.  
Ruc: 096859902001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 148-999-039132160  
Nro. doc. interno 2108282713  
Fecha de emisión 07-06-2022  
Fecha de Vencimiento 22-06-2022  
Número de autorización 0706202201096859902000121489990391321600179833018



K200016669844

**VALOR TOTAL: 1795,47**

**Información del Consumidor**

**CUENTA CONTRATO 200016669844**

Razón social EDIFICIO RIVERFRONT I (EDIFICIO RIVERFRONT I)  
RUC 0992769882001  
Celular 0958859767  
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico  
Dirección del servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

Código Único Eléctrico 0401344012

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria  
Geocódigo 0402E005000111 Unidad de Lectura 0402E005

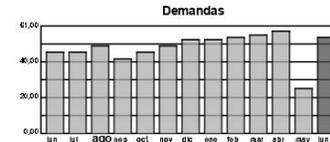
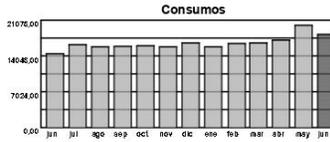
**1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Número de medidor 1268511  
Tipo de consumo leído  
Fecha desde 04-05-2022  
Días facturados 30  
Fecha hasta 02-06-2022  
Factor de multiplicación 120,00  
Factor de corrección 0,9556  
Factor de potencia (FP) 1,0000  
Penalización bajo FP 0,0000

| Descripción                       | Fecha Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Diferencia Consumo | Consumo Subtotal | Consumo interno Transformador | Consumo Total | Unidad Medida | Monto (\$) |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Energía act. hor. A (08h00-18h00) | 02-06-2022  | 336,00         | 277,00           | 0,00               | 7080,00          | 141,60                        | 7221,60       | kWh           | 649,94     |
| Energía act. hor. B (18h00-22h00) | 02-06-2022  | 141,00         | 116,00           | 0,00               | 3000,00          | 60,00                         | 3060,00       | kWh           | 275,40     |
| Energía act. hor. C (22h00-08h00) | 02-06-2022  | 247,00         | 182,00           | 0,00               | 7800,00          | 156,00                        | 7956,00       | kWh           | 580,79     |
| Energía reactiva total            | 02-06-2022  | 0,00           | 0,00             | 0,00               | 0,00             | 0,00                          | 0,00          | kVarh         | 0,00       |
| Demanda máx. hor. A (08h00-18h00) | 02-06-2022  | 0,39           | 0,00             | 0,00               | 0,39             | 0,00                          | 0,39          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. B (18h00-22h00) | 02-06-2022  | 0,43           | 0,00             | 0,00               | 0,43             | 0,00                          | 0,43          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. C (22h00-08h00) | 02-06-2022  | 0,45           | 0,00             | 0,00               | 0,45             | 0,00                          | 0,45          | kW            | 0,00       |
| Demanda facturable                | 02-06-2022  | 54,00          | 0,00             | 0,00               | 54,00            | 1,08                          | 55,08         | kW            | 210,70     |

**2. Valores Pendientes**

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



**3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor**

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00

**Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Valor Consumo 1506,13  
Comercialización 7,07  
Valor Demanda 210,70  
Subtotal Servicio Eléctrico (SE) 1723,90  
Servicio Alumbrado Público General 65,19  
Subtotal Alumbrado Público (APG) 65,19  
Base I.V.A. 0% 1789,09  
I.V.A. 0% 0,00

**TOTAL SE Y APG (1) 1789,09**

**Formas de Pago**

| FORMA DE PAGO                          | VALOR   | PLAZO | TIEMPO |
|--|---------|-------|--------|
| SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | 1789,09 | 15    | días   |

| TOTAL (A)                                  |                |
|--|----------------|
| Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1) | 1789,09        |
| Valores Pendientes (2)                     | 0,00           |
| Planes de Financiamiento (3)               | 0,00           |
| <b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)</b>      | <b>1789,09</b> |

**Mensajes**

**Recaudación Terceros**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

**4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN GUAYAQUIL**

Beneficiario BEN. C. BOMBEROS GUAYAQUIL  
R.U.C. Beneficiario 0968514210001  
Fecha de Emisión 07-06-2022  
Cuenta Contrato 200016669844  
RUC 0992769882001  
Nombre EDIFICIO RIVERFRONT I  
Dirección Servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

| CONCEPTO                               | VALOR       |
|--|-------------|
| Contribución Bomberos                  | 6,38        |
| <b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b> | <b>6,38</b> |

| RESUMEN DE VALORES                    |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Total Sector Eléctrico (A)            | 1789,09        |
| Total Recaudación de Terceros (4+5+6) | 6,38           |
| <b>VALOR TOTAL (USD)</b>              | <b>1795,47</b> |

ANEXO 4. Facturación CNEL mayo 2021



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbos Piso 3  
Sucursal: Cda. La Garzota Mz.47, sector 3.  
Ruc: 096859902001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 148-999-039826317  
Nro. doc. interno 2108469634  
Fecha de emisión 06-07-2022  
Fecha de Vencimiento 21-07-2022  
Número de autorización 0607202201096859902000121489990398263170179833012



K200016669844

**VALOR TOTAL: 1813,32**

**Información del Consumidor**

**CUENTA CONTRATO 200016669844**

Razón social EDIFICIO RIVERFRONT I (EDIFICIO RIVERFRONT I)  
RUC 0992769882001  
Celular 0958859767  
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico  
Dirección del servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

Código Único Eléctrico 0401344012

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria  
Geocódigo 0402E005000111 Unidad de Lectura 0402E005

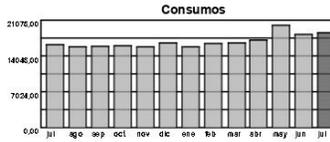
**1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Número de medidor 1268511 Factor de multiplicación 120,00  
Tipo de consumo leído Días facturados 32 Factor de corrección 1,0000  
Fecha desde 03-06-2022 Fecha hasta 04-07-2022 Factor de potencia (FP) 1,0000  
Penalización bajo FP 0,0000

| Descripción                       | Fecha Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Diferencia Consumo | Consumo Subtotal | Consumo interno Transformador | Consumo Total | Unidad Medida | Monto (\$) |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Energía act. hor. A (08h00-18h00) | 04-07-2022  | 389,00         | 336,00           | 0,00               | 6360,00          | 127,20                        | 6487,20       | kWh           | 583,85     |
| Energía act. hor. B (18h00-22h00) | 04-07-2022  | 165,00         | 141,00           | 0,00               | 2880,00          | 57,60                         | 2937,60       | kWh           | 264,38     |
| Energía act. hor. C (22h00-08h00) | 04-07-2022  | 322,00         | 247,00           | 0,00               | 9000,00          | 180,00                        | 9180,00       | kWh           | 670,14     |
| Energía reactiva total            | 04-07-2022  | 0,00           | 0,00             | 0,00               | 0,00             | 0,00                          | 0,00          | kVarh         | 0,00       |
| Demanda máx. hor. A (08h00-18h00) | 04-07-2022  | 0,25           | 0,00             | 0,00               | 0,25             | 0,00                          | 0,25          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. B (18h00-22h00) | 04-07-2022  | 0,44           | 0,00             | 0,00               | 0,44             | 0,00                          | 0,44          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. C (22h00-08h00) | 04-07-2022  | 0,14           | 0,00             | 0,00               | 0,14             | 0,00                          | 0,14          | kW            | 0,00       |
| Demanda facturable                | 04-07-2022  | 52,80          | 0,00             | 0,00               | 52,80            | 1,06                          | 53,86         | kW            | 215,60     |

**2. Valores Pendientes**

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



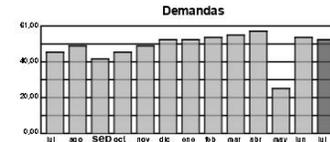
**Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Valor Consumo 1518,37  
Comercialización 7,07  
Valor Demanda 215,60  
Subtotal Servicio Eléctrico (SE) 1741,04  
Servicio Alumbrado Público General 65,90  
Subtotal Alumbrado Público (APG) 65,90  
Base I.V.A. 0% 1806,94  
I.V.A. 0% 0,00

**TOTAL SE Y APG (1) 1806,94**

**3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor**

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



**Subsidios del Gobierno**

Subsidio Tarifa Eléctrica 4,60-  
**TOTAL 4,60-**

**Formas de Pago**

| FORMA DE PAGO                          | VALOR   | PLAZO | TIEMPO |
|--|---------|-------|--------|
| SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | 1806,94 | 15    | días   |

| TOTAL (A)                                  |                |
|--|----------------|
| Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1) | 1806,94        |
| Valores Pendientes (2)                     | 0,00           |
| Planes de Financiamiento (3)               | 0,00           |
| <b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)</b>      | <b>1806,94</b> |

**Mensajes**

**Recaudación Terceros**

**ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA**

**4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN GUAYAQUIL**

Beneficiario BEN. C. BOMBEROS GUAYAQUIL  
R.U.C Beneficiario 0968514210001  
Fecha de Emisión 06-07-2022  
Cuenta Contrato 200016669844  
RUC 0992769882001  
Nombre EDIFICIO RIVERFRONT I  
Dirección Servicio PUERTO SANTA ANA EDIF. RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

| CONCEPTO                               | VALOR       |
|--|-------------|
| Contribución Bomberos                  | 6,38        |
| <b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b> | <b>6,38</b> |

| RESUMEN DE VALORES                    |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Total Sector Eléctrico (A)            | 1806,94        |
| Total Recaudación de Terceros (4+5+6) | 6,38           |
| <b>VALOR TOTAL (USD)</b>              | <b>1813,32</b> |



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Celbos Piso 3  
Sucursal: Cda. La Garzota Mz 47, sector 3.  
Ruc: 096859902001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 148-999-040564059  
Nro. doc. interno 2108700536  
Fecha de emisión 08-08-2022  
Fecha de Vencimiento 23-08-2022  
Número de autorización 0808202201096859902000121489990405640590179833015



K200016669844

**VALOR TOTAL: 1905,29**

**Información del Consumidor**

**CUENTA CONTRATO 200016669844**

Razón social EDIFICIO RIVERFRONT I (EDIFICIO RIVERFRONT I)  
RUC 0992769882001  
Celular 0958859767  
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico  
Dirección del servicio PUERTO SANTA ANA EDIF.RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

Código Único Eléctrico 0401344012

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD02 - MT Comercial con Demanda Horaria  
Geocódigo 0402E005000111 Unidad de Lectura 0402E005

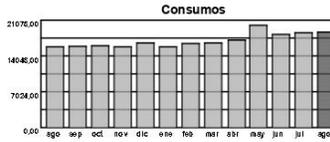
**1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Número de medidor 1268511  
Tipo de consumo leído  
Fecha desde 05-07-2022  
Días facturados 30  
Fecha hasta 03-08-2022  
Factor de multiplicación 120,00  
Factor de corrección 0,9783  
Factor de potencia (FP) 1,0000  
Penalización bajo FP 0,0000

| Descripción                       | Fecha Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Diferencia Consumo | Consumo Subtotal | Consumo interno Transformador | Consumo Total | Unidad Medida | Monto (\$) |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------|---------------|------------|
| Energía act. hor. A (08h00-18h00) | 03-08-2022  | 469,00         | 389,00           | 0,00               | 9600,00          | 192,00                        | 9792,00       | kWh           | 881,28     |
| Energía act. hor. B (18h00-22h00) | 03-08-2022  | 198,00         | 165,00           | 0,00               | 3960,00          | 79,20                         | 4039,20       | kWh           | 363,53     |
| Energía act. hor. C (22h00-08h00) | 03-08-2022  | 362,00         | 322,00           | 0,00               | 4800,00          | 96,00                         | 4896,00       | kWh           | 357,41     |
| Energía reactiva total            | 03-08-2022  | 1,00           | 0,00             | 0,00               | 120,00           | 0,00                          | 120,00        | kVarh         | 0,00       |
| Demanda máx. hor. A (08h00-18h00) | 03-08-2022  | 0,46           | 0,00             | 0,00               | 0,46             | 0,00                          | 0,46          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. B (18h00-22h00) | 03-08-2022  | 0,45           | 0,00             | 0,00               | 0,45             | 0,00                          | 0,45          | kW            | 0,00       |
| Demanda máx. hor. C (22h00-08h00) | 03-08-2022  | 0,31           | 0,00             | 0,00               | 0,31             | 0,00                          | 0,31          | kW            | 0,00       |
| Demanda facturable                | 03-08-2022  | 55,20          | 0,00             | 0,00               | 55,20            | 1,10                          | 56,30         | kW            | 220,48     |

**2. Valores Pendientes**

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



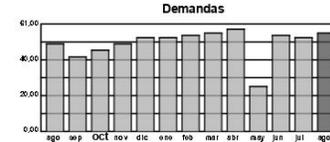
**Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Valor Consumo 1602,22  
Comercialización 7,07  
Valor Demanda 220,48  
Subtotal Servicio Eléctrico (SE) 1829,77  
Servicio Alumbrado Público General 69,14  
Subtotal Alumbrado Público (APG) 69,14  
Base I.V.A. 0% 1898,91  
I.V.A. 0% 0,00

**TOTAL SE Y APG (1) 1898,91**

**3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor**

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



**Formas de Pago**

| FORMA DE PAGO                          | VALOR   | PLAZO | TIEMPO |
|--|---------|-------|--------|
| SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO | 1898,91 | 15    | días   |

| TOTAL (A)                                  |                |
|--|----------------|
| Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1) | 1898,91        |
| Valores Pendientes (2)                     | 0,00           |
| Planes de Financiamiento (3)               | 0,00           |
| <b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)</b>      | <b>1898,91</b> |

**Mensajes**

HASTA EL 29 DE NOVIEMBRE DEL 2022 INCORPORATE A LA FACTURACION ELECTRONICA. SOLICITA LA AUTORIZACION EN WWW.SRI.GOB.EC. PARA MAS INFORMACION LLAMA AL 1700 774 774(SRI SRI).

**Recaudación Terceros**

**ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA**

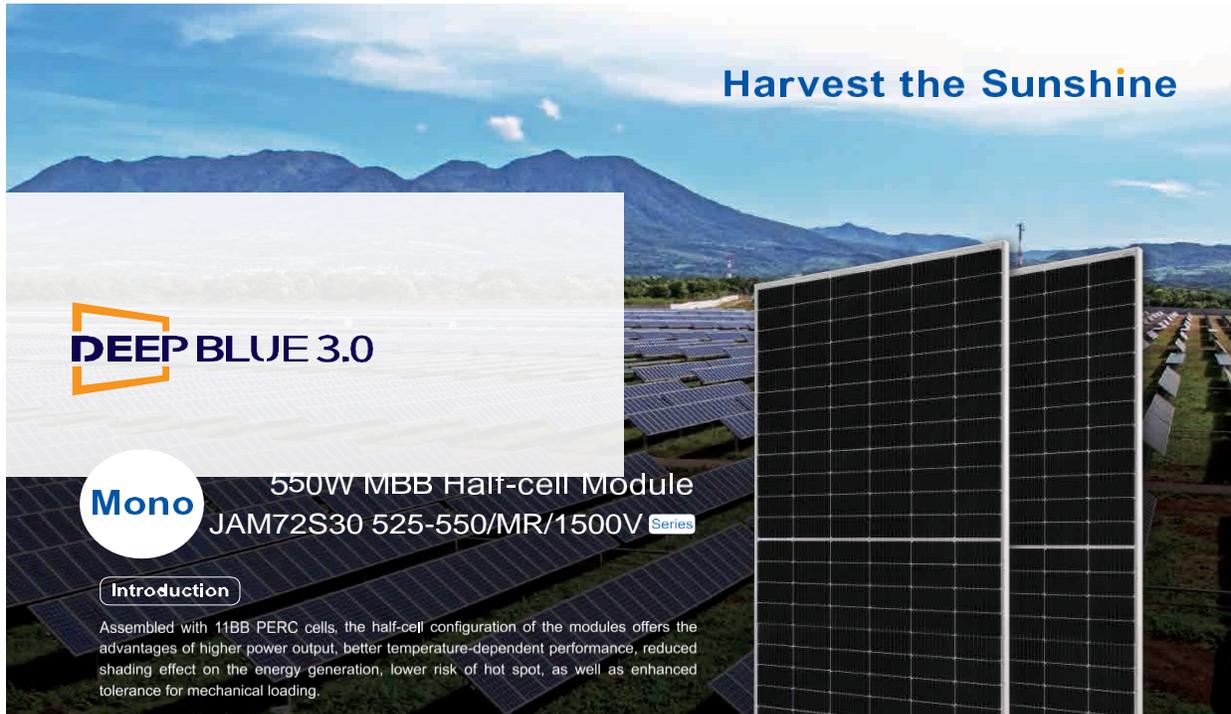
**4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN GUAYAQUIL**

Beneficiario BEN. C. BOMBEROS GUAYAQUIL  
R.U.C Beneficiario 0968514210001  
Fecha de Emisión 08-08-2022  
Cuenta Contrato 200016669844  
RUC 0992769882001  
Nombre EDIFICIO RIVERFRONT I  
Dirección Servicio PUERTO SANTA ANA EDIF.RIVERFRONT# 1 / SERV. GENERAL / XIMENA - GUAYAQUIL

| CONCEPTO                               | VALOR       |
|--|-------------|
| Contribución Bomberos                  | 6,38        |
| <b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b> | <b>6,38</b> |

| RESUMEN DE VALORES                    |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Total Sector Eléctrico (A)            | 1898,91        |
| Total Recaudación de Terceros (4+5+6) | 6,38           |
| <b>VALOR TOTAL (USD)</b>              | <b>1905,29</b> |

ANEXO 6. Facturación CNEL julio 2021



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

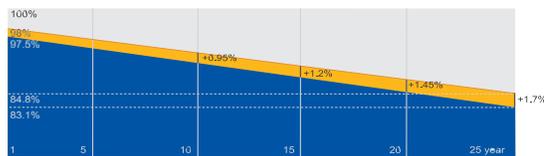


Better mechanical loading tolerance

**Superior Warranty**

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

**Comprehensive Certificates**

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems



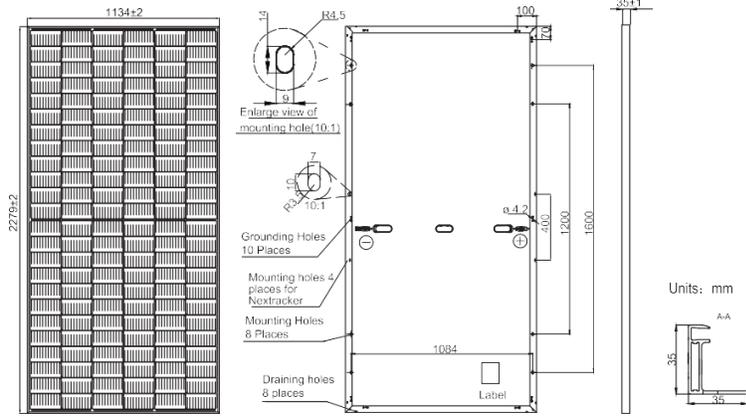
**JA SOLAR**

[www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)

Specifications subject to technical changes and tests.  
JA Solar reserves the right of final interpretation.  
Shanghai JA Solar Technology Co., Ltd.



**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Cell                                  | Mono  |
| Weight                                | 28.6kg±3%   |
| Dimensions                            | 2279±2mm×1134±2mm×35±1mm                                      |
| Cable Cross Section Size              | 4mm <sup>2</sup> (IEC) 12 AWG(UL)                             |
| No. of cells                          | 144(6×24)   |
| Junction Box                          | IP68, 3 diodes  |
| Connector                             | <b>Genuine MC4-EVO2<br/>QC 4.10-35/45</b>                     |
| Cable Length<br>(Including Connector) | Portrait: 300mm(+)/400mm(-)<br>Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-) |
| Country of Manufacturer               | China/Vietnam   |

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

| TYPE   | JAM72S30<br>-525/MR/1500V                                       | JAM72S30<br>-530/MR/1500V | JAM72S30<br>-535/MR/1500V | JAM72S30<br>-540/MR/1500V | JAM72S30<br>-545/MR/1500V | JAM72S30<br>-550/MR/1500V |
|--|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Rated Maximum Power(Pmax) [W]                      | 525   | 530                       | 535                       | 540                       | 545                       | 550                       |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V]                      | 49.15   | 49.30                     | 49.45                     | 49.60                     | 49.75                     | 49.90                     |
| Maximum Power Voltage(Vmp) [V]                     | 41.15   | 41.31                     | 41.47                     | 41.64                     | 41.80                     | 41.96                     |
| Short Circuit Current(Isc) [A]                     | 13.65   | 13.72                     | 13.79                     | 13.86                     | 13.93                     | 14.00                     |
| Maximum Power Current(Imp) [A]                     | 12.76   | 12.83                     | 12.90                     | 12.97                     | 13.04                     | 13.11                     |
| Module Efficiency [%]                              | 20.3  | 20.5                      | 20.7                      | 20.9                      | 21.1                      | 21.3                      |
| Power Tolerance                                    | 0~+5W   |                           |                           |                           |                           |                           |
| Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )  | +0.045%/°C  |                           |                           |                           |                           |                           |
| Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )  | -0.275%/°C  |                           |                           |                           |                           |                           |
| Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> ) | -0.350%/°C  |                           |                           |                           |                           |                           |
| STC  | Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G |                           |                           |                           |                           |                           |

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.  
Measurement tolerance at STC: Pmax ±3%, Voc ±3% and Isc ±4%.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

| TYPE                           | JAM72S30-525<br>/MR/1500V | JAM72S30-530<br>/MR/1500V | JAM72S30-535<br>/MR/1500V | JAM72S30-540<br>/MR/1500V | JAM72S30-545<br>/MR/1500V | JAM72S30-550<br>/MR/1500V |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Rated Max Power(Pmax) [W]      | 397                       | 401                       | 405                       | 408                       | 412                       | 416                       |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V]  | 46.05                     | 46.18                     | 46.31                     | 46.43                     | 46.55                     | 46.68                     |
| Max Power Voltage(Vmp) [V]     | 38.36                     | 38.57                     | 38.78                     | 38.99                     | 39.20                     | 39.43                     |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 10.97                     | 11.01                     | 11.05                     | 11.09                     | 11.13                     | 11.17                     |
| Max Power Current(Imp) [A]     | 10.35                     | 10.39                     | 10.43                     | 10.47                     | 10.51                     | 10.55                     |

NOCT Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G

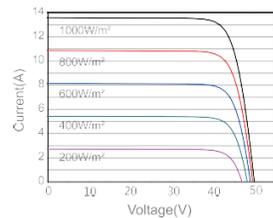
\*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2000Pa while Maximum Static Load, Back is 2000Pa

**OPERATING CONDITIONS**

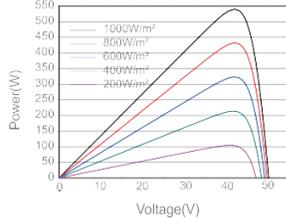
|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Maximum System Voltage     | 1500V DC (IEC)             |
| Operating Temperature      | -40 C ~ +85 C              |
| Maximum Series Fuse Rating | 25A                        |
|                            | 3600Pa, 1.5<br>1600Pa, 1.5 |
| NOCT                       | 45±2 C                     |
| Safety Class               | Class II                   |
| Fire Performance           | UL Type 1                  |

**CHARACTERISTICS**

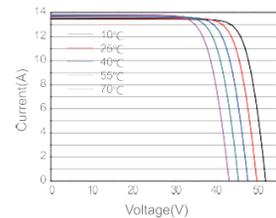
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR/1500V



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR/1500V



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR/1500V



# SG110CX New



## Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



### HIGH YIELD

- 9 MPPTs with max. efficiency 98.7%
- Compatible with bifacial module
- Built-in PID recovery function optional



### EASY O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis
- Fuse free design with smart string current monitoring



### LOW COST

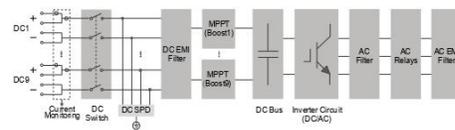
- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Q at night function



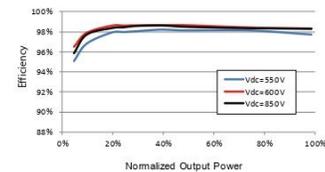
### PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

### CIRCUIT DIAGRAM



### EFFICIENCY CURVE



© 2019 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.2

# Datasheet Inversor

SG110CX

| Type designation  | SG110CX  |
|---|--|
| <b>Input (DC)</b>                                       |  |
| Max. PV input voltage                                   | 1100 V   |
| Min. PV input voltage / Startup input voltage           | 200 V / 250 V  |
| Nominal PV input voltage                                | 585 V  |
| MPP voltage range                                       | 200 – 1000 V   |
| MPP voltage range for nominal power                     | 550V – 850 V   |
| No. of independent MPP inputs                           | 9  |
| Max. number of PV strings per MPPT                      | 2  |
| Max. PV input current                                   | 26 A * 9   |
| Max. current for input connector                        | 30 A   |
| Max. DC short-circuit current                           | 40 A * 9   |
| <b>Output (AC)</b>                                      |  |
| AC output power   | 110 kVA @ 45 °C / 100 kVA @ 50 °C  |
| Max. AC output current                                  | 158.8 A  |
| Nominal AC voltage                                      | 3 / N / PE, 400 V  |
| AC voltage range  | 320 – 460 V  |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range           | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz   |
| THD   | < 3 % (at nominal power)   |
| DC current injection                                    | < 0.5 % I <sub>n</sub>   |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | > 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging   |
| Feed-in phases / connection phases                      | 3 / 3  |
| <b>Efficiency</b>                                       |  |
| Max. efficiency   | 98.7 %   |
| Euro. efficiency  | 98.5 %   |
| <b>Protection</b>                                       |  |
| DC reverse connection protection                        | Yes  |
| AC short circuit protection                             | Yes  |
| Leakage current protection                              | Yes  |
| Grid monitoring   | Yes  |
| Ground fault monitoring                                 | Yes  |
| DC switch / AC switch                                   | Yes / No   |
| PV String current monitoring                            | Yes  |
| Q at night function                                     | Yes  |
| PID recovery function                                   | Optional   |
| Overvoltage protection                                  | DC Type II / AC Type II  |
| <b>General Data</b>                                     |  |
| Dimensions (W*H*D)                                      | 1051*660*362.5 mm  |
| Weight  | 85 kg  |
| Isolation method  | Transformerless  |
| Ingress protection rating                               | IP66   |
| Night power consumption                                 | < 2W   |
| Operating ambient temperature range                     | -30 to 60 °C (> 50 °C derating)  |
| Allowable relative humidity range (non-condensing)      | 0 – 100 %  |
| Cooling method  | Smart forced air cooling   |
| Max. operating altitude                                 | 4000 m (> 3000 m derating)   |
| Display   | LED, Bluetooth+APP   |
| Communication   | RS485 / Optional: Wi-Fi, Ethernet  |
| DC connection type                                      | MC4 (Max. 6 mm <sup>2</sup> )  |
| AC connection type                                      | OT terminal (Max. 240 mm <sup>2</sup> )  |
| Compliance  | IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, AS/NZS 4777.2:2015, CEI 0-21, VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014, UTE C15-712-1:2013, DEWA |
| Grid Support  | Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control   |



# Pliego tarifario CNEL Unidad de Negocio Guayaquil

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE \*

## CNEL UN GUAYAQUIL

### CARGOS TARIFARIOS

JUNIO - NOVIEMBRE \*\*

| RANGO DE CONSUMO                                      | DEMANDA (USD/kW-mes) | ENERGÍA (USD/kWh) | COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)   |  |
|---|----------------------|-------------------|---|--|
| <b>NIVEL VOLTAJE</b>                                  |                      |                   |   |  |
| <b>MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA</b>                      |                      |                   |   |  |
| <b>COMERCIALES</b>                                    |                      |                   |   |  |
|   | 4,003                | 0,090             | CONSUMOS kWh-mes:<br>0-300: 1,414<br>301-500: 2,826<br>501-1000: 4,240<br>> 1000: 7,066 |  |
| <b>INDUSTRIALES</b>                                   |                      |                   |   |  |
|   | 4,003                | 0,075             |   |  |
| <b>E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS</b>                  |                      |                   |   |  |
| <b>SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES</b>     |                      |                   |   |  |
|   | 4,003                | 0,062             |   |  |
| <b>BOMBEO AGUA</b>                                    |                      |                   |   |  |
|   | 4,003                | 0,052             |   |  |
| <b>NIVEL VOLTAJE</b>                                  |                      |                   |   |  |
| <b>MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA</b>              |                      |                   |   |  |
| <b>COMERCIALES</b>                                    |                      |                   |   |  |
| 08:00 hasta 22:00 horas                               | 4,003                | 0,090             | CONSUMOS kWh-mes:<br>0-300: 1,414<br>301-500: 2,826<br>501-1000: 4,240<br>> 1000: 7,066 |  |
| 22:00 hasta 08:00 horas                               |                      | 0,073             |   |  |
| <b>E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS</b>                  |                      |                   |   |  |
| <b>SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES</b>     |                      |                   |   |  |
| 08:00 hasta 22:00 horas                               | 4,003                | 0,062             |   |  |
| 22:00 hasta 08:00 horas                               |                      | 0,052             |   |  |
| <b>BOMBEO AGUA</b>                                    |                      |                   |   |  |
| 08:00 hasta 22:00 horas                               | 4,003                | 0,052             |   |  |
| 22:00 hasta 08:00 horas                               |                      | 0,042             |   |  |
| <b>NIVEL VOLTAJE</b>                                  |                      |                   |   |  |
| <b>MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA</b> |                      |                   |   |  |
| <b>BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE</b>   |                      |                   |   |  |
| L-V 08:00 hasta 18:00 horas                           | 2,620                | 0,043             | 1,414   |  |
| L-V 18:00 hasta 22:00 horas                           |                      | 0,073             |   |  |
| L-V 22:00 hasta 08:00 horas***                        |                      | 0,034             |   |  |
| S,D 18:00 hasta 22:00 horas                           |                      | 0,043             |   |  |
| <b>ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA</b>                       |                      |                   |   |  |
| L-V 08:00 hasta 18:00 horas                           | 4,050                | 0,069             | 1,414   |  |
| L-D: 18:00 hasta 22:00 horas                          |                      | 0,086             |   |  |
| L-D: 22:00 hasta 08:00 horas                          |                      | 0,043             |   |  |
| SyD: 08:00 hasta 18:00 horas                          |                      | 0,043             |   |  |
| <b>INDUSTRIALES</b>                                   |                      |                   |   |  |
| L-V 08:00 hasta 18:00 horas                           | 4,003                | 0,0815            | CONSUMOS kWh-mes:<br>0-300: 1,414<br>301-500: 2,826<br>501-1000: 4,240<br>> 1000: 7,066 |  |
| L-V 18:00 hasta 22:00 horas                           |                      | 0,0935            |   |  |
| L-V 22:00 hasta 08:00 horas***                        |                      | 0,0456            |   |  |
| S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas                         |                      | 0,0815            |   |  |

# Resolución ARCONEL 042/18

Resolución No. ARCONEL-042/18



## CAPÍTULO II – CONDICIONES GENERALES PARA LA PARTICIPACIÓN DE CONSUMIDORES CON $\mu$ SFV

Los consumidores interesados en instalar un SFV, deberán observar las disposiciones relacionadas con el proceso de conexión y autorización de operación, tratamiento comercial, mecanismo de liquidación de la energía, entre otros, que se describen en esta Regulación.

### 12 TRATAMIENTO COMERCIAL DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS $\mu$ SFV DE BAJA CAPACIDAD

La energía producida por el consumidor con  $\mu$ SFV estará destinada únicamente al autoconsumo de la vivienda y/o edificación donde va a instalarse. En caso de que eventualmente se produzcan excedentes de energía, éstos podrán ser entregados a la red de baja o media tensión de la empresa de distribución, según corresponda, y su liquidación se realizará a través de un mecanismo de balance mensual neto de energía, conforme al siguiente esquema:

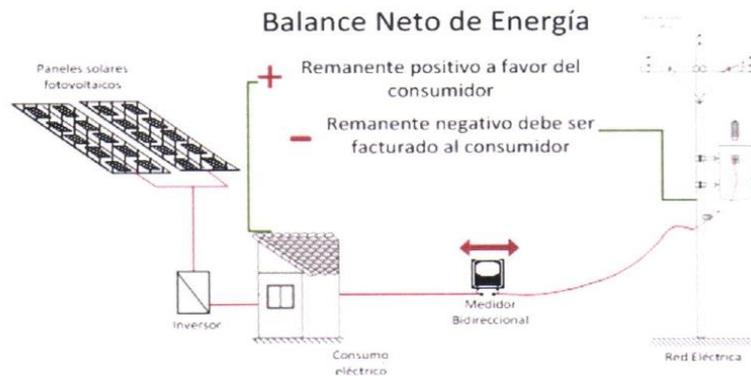


Figura 2. Balance Neto

La empresa de distribución realizará mensualmente el balance económico de la energía entregada y consumida para la facturación al consumidor, para lo cual tomará en consideración el registro de los flujos de energía inyectada y consumida del equipo de medición.

La aplicación de las condiciones establecidas en la presente Regulación será posible para un (1) solo  $\mu$ SFV por inmueble.

#### 12.1 LIQUIDACIÓN DE LA ENERGÍA ENTREGADA A LA RED DE LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN

La empresa de distribución deberá realizar el balance neto mensual de la energía entregada y consumida por el consumidor con  $\mu$ SFV dentro de los diez (10) primeros días del mes siguiente.

Sesión de Directorio de 22 de octubre de 2018  
Página 11 de 41





## CAPÍTULO II – CONDICIONES GENERALES PARA LA PARTICIPACIÓN DE CONSUMIDORES CON $\mu$ SFV

Los consumidores interesados en instalar un SFV, deberán observar las disposiciones relacionadas con el proceso de conexión y autorización de operación, tratamiento comercial, mecanismo de liquidación de la energía, entre otros, que se describen en esta Regulación.

### 12 TRATAMIENTO COMERCIAL DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS $\mu$ SFV DE BAJA CAPACIDAD

La energía producida por el consumidor con  $\mu$ SFV estará destinada únicamente al autoconsumo de la vivienda y/o edificación donde va a instalarse. En caso de que eventualmente se produzcan excedentes de energía, éstos podrán ser entregados a la red de baja o media tensión de la empresa de distribución, según corresponda, y su liquidación se realizará a través de un mecanismo de balance mensual neto de energía, conforme al siguiente esquema:

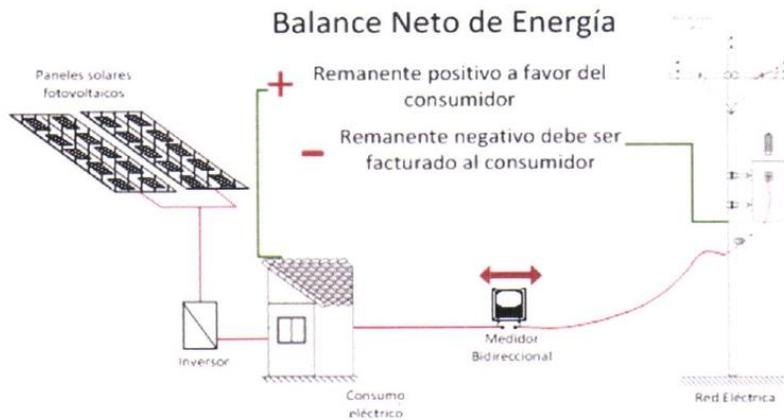


Figura 2. Balance Neto

La empresa de distribución realizará mensualmente el balance económico de la energía entregada y consumida para la facturación al consumidor, para lo cual tomará en consideración el registro de los flujos de energía inyectada y consumida del equipo de medición.

La aplicación de las condiciones establecidas en la presente Regulación será posible para un (1) solo  $\mu$ SFV por inmueble.

#### 12.1 LIQUIDACIÓN DE LA ENERGÍA ENTREGADA A LA RED DE LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN

La empresa de distribución deberá realizar el balance neto mensual de la energía entregada y consumida por el consumidor con  $\mu$ SFV dentro de los diez (10) primeros





días laborables del mes siguiente de la operación del  $\mu$ SFV, en base al reporte de la energía consumida y entregada que registre el equipo de medición, según la siguiente expresión:

$$\Delta E = (\text{Energía consumida de la red} - \text{Energía inyectada en la red})$$

$\Delta E$ : Resultado del balance neto  $< 0$ ; remanente negativo

$\Delta E$ : Resultado del balance neto  $> 0$ ; remanente positivo

En el caso en que el resultado del balance mensual neto de energía, exista un remanente negativo a facturar al consumidor, la empresa de distribución valorará la energía consumida a la tarifa correspondiente del pliego tarifario aprobado por ARCONEL y será facturada al consumidor con  $\mu$ SFV, conforme lo establece el contrato de suministro.

El remanente negativo a facturar al consumidor no estará sujeto al subsidio de la tarifa dignidad ni subsidio cruzado.

Por el contrario, en el caso eventual en que el resultado del balance mensual neto de energía, exista un remanente positivo de energía entregada a la red a favor del consumidor con  $\mu$ SFV, esta energía se considerará como crédito de energía a favor del consumidor que se pasa al siguiente mes y así sucesivamente, hasta un periodo máximo de reseteo.

El periodo para resetear el crédito energético es de dos años a partir de la fecha de la autorización de operación del  $\mu$ SFV, luego de lo cual empieza nuevamente un similar mecanismo desde cero, hasta que exista una causal de desconexión del  $\mu$ SFV o se cumpla el plazo de operación.

Para cualquiera de los dos casos la facturación por parte de la empresa distribuidora debe considerar:

- Los consumidores con  $\mu$ SFV conectados en baja o media tensión que cuenten con tarifa con demanda o demanda horaria, cancelarán los cargos por potencia establecidos en el pliego tarifario, conforme a la categoría establecida por la distribuidora, para ello la distribuidora deberá asumir que el consumidor no cuenta con un  $\mu$ SFV, es decir que para la determinación de cálculos para estos cargos, se asumirá que el consumidor no está generando para su abastecimiento con el  $\mu$ SFV.
- Los consumidores con  $\mu$ SFV deberán cancelar mensualmente el cargo de comercialización
- El consumidor con  $\mu$ SFV está en la obligación de cancelar la tarifa de servicio de alumbrado público general en función de su consumo mensual total
- El consumidor con  $\mu$ SFV deberá cancelar los rubros de basura y bomberos, en función de las ordenanzas emitidas para el efecto.



## Artículo 9 PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN

### 9.1 Solicitud de factibilidad de conexión de una SGDA

El trámite de solicitudes de factibilidad de conexión, para proyectos de generación distribuida que vayan a ser desarrollados por los proponentes, se sujetará a las siguientes disposiciones:

- El Proponente solicitará la factibilidad de conexión a la Distribuidora respectiva, presentando la información establecida en el formulario del ANEXO 1.
- En este formulario se consignan los datos generales del Proponente, del SGDA y se identifica el punto de la red eléctrica donde se prevé conectar la SGDA.
- En el formulario la Distribuidora hará constar la fecha de recepción del mismo, y asignará a la solicitud un Código Único de Trámite, con el cual el Proponente podrá realizar las consultas y seguimiento sobre el estado de avance de su solicitud.

### 9.2 Factibilidad de conexión para SGDA Categoría 1

Para solicitudes de factibilidad de conexión de SGDA de potencias nominales señaladas en la Tabla N.1, que requieran conectarse en sincronismo con la red de distribución, la Distribuidora, a partir de la recepción del formulario ANEXO 1, procederá conforme a lo siguiente:

Tabla No. 1 Potencias nominales de las SGDA Categoría 1.

| Voltaje de conexión | Potencia Nominal     |
|---------------------|----------------------|
| Bajo                | ≤ a 10 kW monofásica |
|                     | ≤ a 20 kW bifásica   |
|                     | ≤ a 30 kW trifásica  |

- Luego de recibida la solicitud de parte del Proponente, la Distribuidora dispondrá de un término de cinco (5) días para aceptar a trámite la solicitud, en caso de que esta requiera información adicional notificará al Proponente por escrito, el cual tendrá un término de cinco (5) días para completar la información, en caso de no hacerlo se dará por terminado el trámite.
- Una vez aceptada a trámite la solicitud, la Distribuidora, dentro de un término de quince (15) días adicionales, realizará los análisis técnicos respectivos de tal forma que la operación de la futura SGDA no afecte a la calidad del servicio eléctrico y otorgará la factibilidad de conexión del proyecto al Proponente.
- En la factibilidad de conexión, se establecerá el esquema de conexión y las condiciones de operación que deberá cumplir la SGDA en régimen de operación normal y de falla de la red de distribución.

Los costos que impliquen las adecuaciones y/o modificaciones de la red de distribución estrictamente necesarias para la conexión de la SGDA, serán asumidos por el Proponente del proyecto.

- Dimensionamiento del SGDA;
  - Especificaciones del equipamiento del SGDA;
  - Diagrama unifilar de la instalación;
5. Diseño de las obras y/o adecuaciones a la red de distribución que se deberán implementar para poder conectar la SGDA al sistema de distribución;
  6. Esquema de conexión, seccionamiento y protecciones
  7. Cronograma de ejecución del proyecto del SGDA;
  8. Autorización del uso del agua emitido por la autoridad competente en los casos que aplique;
  9. Estar al día en los pagos a la Distribuidora del SPEE y SAPG de todos los suministros de energía eléctrica a nombre del consumidor;
- b) La Distribuidora, en un término de treinta (30) días contados a partir de la entrega de todos los documentos descritos en el literal a), verificará que los mismos estén completos. En caso de que los requisitos entregados no estén completos, informará al Proponente sobre las aclaraciones, alcances o ajustes que se requieran realizar a tales documentos. En caso de que la Distribuidora no emita observaciones continuará con las siguientes etapas para la emisión del Certificado de Calificación.
- c) Las aclaraciones, alcances o ajustes requeridos por la Distribuidora, referidos en el literal b), serán atendidos por el Proponente dentro de un término de quince (15) días contados a partir de su notificación; de no existir respuesta del Proponente dentro del señalado término, la Distribuidora dará por terminado el trámite y le comunicará oficialmente al Proponente.
- d) Una vez entregados los documentos a satisfacción de la Distribuidora, ésta, dentro de un término adicional de quince (15) días, elaborará el informe de aprobación y emitirá el Certificado de Calificación respectivo, de acuerdo al formato establecido en el ANEXO 2.
- e) El plazo de vigencia del Certificado de Calificación será igual al tiempo de vida útil de la SGDA, dependiendo de la tecnología de generación, de acuerdo a lo establecido en la Tabla N.2.
- f) Seis meses previos a la terminación del plazo de vigencia del Certificado de Calificación, el consumidor podrá actualizar la documentación indicada en el artículo 10, para renovar el Certificado de Calificación de su SGDA.

Tabla No. 2 Vidas útiles aplicables a cada tecnología de generación eléctrica.

| <b>Tecnología</b> | <b>Vida Útil (años)</b> |
|-------------------|-------------------------|
| Fotovoltaica      | 25                      |
| Eólica            | 25                      |
| Biomasa           | 20                      |
| Biogás            | 20                      |
| Hidráulica        | 30                      |

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

11

concepto del análisis de la factibilidad de conexión, conexión a la red de distribución, peajes y por el otorgamiento del Certificado de Calificación.

## **CAPÍTULO V OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **Artículo 16 REQUISITOS OPERATIVOS**

Las SGDA's serán autodespachadas y cumplirán las disposiciones operativas dispuestas por la Distribuidora.

El cumplimiento de los parámetros de calidad de producto del SGDA es de responsabilidad del consumidor propietario del SGDA y el control de dicho cumplimiento estará exclusivamente a cargo de la Distribuidora.

En caso de que la Distribuidora detectare que un SGDA está incumpliendo los parámetros de calidad de producto definidos por esta, o su operación está afectado a la red, de distribución, dispondrá al consumidor la suspensión de la operación de la SGDA, hasta que dichos parámetros se encuentren dentro de los límites permitidos, debiendo notificar a la Distribuidora las acciones correctivas realizadas.

Para la puesta en servicio de la SGDA, operación normal, respuesta a condiciones anormales de operación, requisitos para la calidad de producto, condiciones de operación en isla, monitoreo y control, se podrá tomar como referencia la norma IEEE Std. 1547 en lo que sea aplicable.

El propietario de la SGDA, es el responsable de la operación segura y confiable de la SGDA y de los equipos del campo de conexión, de tal forma que las maniobras de conexión y su operación no afecten la calidad del servicio eléctrico y la seguridad de la operación del sistema de distribución.

El propietario de la SGDA es adicionalmente responsable de daños derivados de la operación de la SGDA que afecten a la seguridad de personas y a bienes de terceros.

### **Artículo 17 GESTIÓN DE MANTENIMIENTOS Y REVERSIÓN DE BIENES.**

Es responsabilidad del consumidor: planificar, financiar y ejecutar los mantenimientos de las SGDA's, equipos e instalaciones asociadas, en coordinación con la Distribuidora.

Los activos de las SGDA de propiedad de consumidores no serán revertidos al Estado ecuatoriano al terminar el plazo de vigencia del Certificado de Calificación, se procederá con su desconexión.

## **CAPÍTULO VI BALANCE DE ENERGÍA, MEDICIÓN Y FACTURACIÓN**

### **Artículo 18 BALANCE DE ENERGIA**

La energía producida por un SGDA tendrá como objetivo principal el autoabastecimiento de la demanda de energía eléctrica asociada a una cuenta contrato del consumidor. Si por

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

14

condiciones operativas de la SGDA o por variación del consumo se presentaren eventuales excedentes de energía, estos se inyectarán a la red de distribución y su tratamiento por parte de la Distribuidora se sujetará a las siguientes disposiciones.

### 18.1 Consumidores con tarifa residencial y general sin demanda

Para un consumidor que tenga asignada una tarifa sin demanda de acuerdo al pliego tarifario del SPEE vigente, se considerará lo siguiente:

La Distribuidora mediante el sistema de medición respectivo, determinará el balance de energía neto mensualmente, entre la energía consumida desde la red de distribución y la energía inyectada por el SGDA y calculará la energía neta  $ENET_i$ :

$$ENET_i = ERED_i - EINY_i \quad (1)$$

Donde:

|          |   |
|----------|---|
| $ENET_i$ | Energía neta en el periodo mensual de consumo $i$ (kWh)                                   |
| $ERED_i$ | Energía consumida desde la red de distribución en el periodo mensual de consumo $i$ (kWh) |
| $EINY_i$ | Energía inyectada por la SGDA en el periodo mensual de consumo $i$ (kWh)                  |

a) Si  $ENET_i \leq 0$ , la Distribuidora facturará al consumidor por concepto de energía consumida, con valor cero;  $EF = 0$ , además:

$$CEM_i = |ENET_i| \quad (2)$$

Donde:

|         |  |
|---------|--|
| $CEM_i$ | Crédito de Energía a favor del consumidor obtenido en el mes $i$ (kWh) |
|---------|--|

b) Si  $ENET_i > 0$ , en este caso el  $CEM_i = 0$ , por no haber un saldo a favor del consumidor en el mes  $i$ .

La Distribuidora verificará si el consumidor dispone de un saldo total acumulado de energía a su favor en el mes anterior  $SEA_{(i-1)}$ ; si es así, se debitará parte o la totalidad del  $SEA_{(i-1)}$  para cubrir el  $|ENET_i|$  del mes  $i$ .

|             |   |
|-------------|---|
| $SEA_{i-1}$ | Saldo total acumulado de energía disponible del consumidor en el mes anterior $(i-1)$ (kWh). $SEEA_0 = 0$ |
| $EF_i$      | Energía Facturable correspondiente al mes $i$   |

Si con el  $SEA_{(i-1)}$  disponible se logra cubrir la totalidad del  $|ENET_i|$ , en el mes de consumo  $i$ , la energía facturable en el mes  $i$  será cero;  $EF=0$ , caso contrario se le facturará el saldo de energía restante aplicando la tarifa correspondiente del Pliego Tarifario del SPEE.

Se actualizará el  $SEA_i$  mensualmente sobre la base de los créditos generados y valores devengados para cubrir el  $|ENET_i|$ , para considerarlo en el cálculo de la energía facturable del mes siguiente.

A partir del inicio de la operación de la SGDA, cada 24 meses el SEA se reseteará a cero, sin que la Distribuidora tenga derecho otorgar una compensación económica por dicha energía.

El consumidor que cuente con una SGDA cancelará mensualmente el cargo de comercialización, sobre la base de lo establecido en el pliego tarifario vigente.

La factura mensual que emita la Distribuidora deberá adjuntar una tabla en la que conste los siguientes valores:  $ERED_i$ ,  $EINY_i$ ,  $ENET_i$ ,  $CEM_i$  y  $SEA_i$ , correspondientes a los doce periodos de consumo anteriores, tomando como referencia el ANEXO 4 de esta Regulación.

### 18.2 Consumidores con tarifa general con demanda

Para un consumidor que tenga asignada una tarifa con demanda de acuerdo al pliego tarifario del SPEE vigente, se considerará lo siguiente:

El cálculo de la energía facturable mensual se realizará en conformidad a lo establecido en el artículo 18.1.

Además, independiente del valor mensual por energía que le sea facturado al consumidor, la Distribuidora le facturará mensualmente el cargo por demanda y el cargo de comercialización, sobre la base de lo establecido en el pliego tarifario del SPEE vigente.

A partir del inicio de operación del SGDA, la demanda facturable mensual corresponderá a la demanda máxima registrada en el mes de consumo por el respectivo medidor de demanda y corresponderá a aquella que fue requerida por el consumidor de la red de distribución.

### 18.3 Consumidores con tarifa general con demanda horaria

Para un consumidor que tenga asignada una tarifa con demanda horaria, de acuerdo al pliego tarifario del SPEE vigente, se considerará lo siguiente:

La Distribuidora mediante el sistema de medición respectivo, determinará el balance neto de energía mensualmente, entre la energía mensual consumida desde la red de distribución y la energía inyectada por el SGDA, en cada uno de los periodos de demanda horaria aplicables al consumidor, según el pliego tarifario del SPEE vigente.

Sobre la base de la energía consumida de la red e inyectada por el SGDA en el mes  $i$ , en cada periodo de demanda, la Distribuidora calculará la Energía Equivalente Inyectada por el SGDA ( $EEINY_i$ ) y la Energía Equivalente Consumida de la red por el consumidor ( $EERED_i$ ) aplicando las siguientes fórmulas:

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

16

$$EEINY_i = \sum_{k=1}^n (EINY_k \times T_k) / Tm_i \quad (3)$$

$$EERED_i = \sum_{k=1}^n (ERED_k \times T_k) / Tm_i \quad (4)$$

$$ENETE_i = EERED_i - EEINY_i \quad (5)$$

Donde:

|           |  |
|-----------|--|
| $EEINY_i$ | Energía Equivalente Inyectada por el SGDA en el mes $i$ (kWh)  |
| $EERED_i$ | Energía Equivalente Consumida de la red en el mes $i$ (kWh)  |
| $Tm_i$    | Mayor de los cargos tarifarios horarios de los periodos de demanda aplicables al consumidor en el mes $i$ (USD/kWh)                      |
| $T_k$     | Cargo tarifario por energía del periodo de demanda $k$ (USD/kWh)   |
| $EINY_k$  | Energía inyectada por el SGDA en el mes en análisis, en los periodos de demanda en que aplica el cargo tarifario por energía $T_k$ (kWh) |
| $ERED_k$  | Energía consumida de la red en el mes en análisis, en los periodos de demanda en que aplica el cargo tarifario por energía $T_k$ (kWh)   |
| $n$       | Número de cargos tarifarios por energía aplicables a la tarifa a la que corresponde el consumidor  |
| $ENETE_i$ | Energía neta equivalente en el periodo mensual de consumo $i$ (kWh)  |

a) Si  $ENETE_i \leq 0$ , la Distribuidora facturará por concepto de energía consumida, con valor cero;  $EF=0$ , además:

$$CEEM_i = |ENETE_i| \quad (6)$$

Donde:

|          |  |
|----------|--|
| $CEEM_i$ | Crédito de Energía Equivalente a favor del consumidor obtenido en el mes $i$ (kWh) |
|----------|--|

b) Si  $ENETE_i > 0$ , en este caso el  $SEEM_i = 0$ , por no haber un saldo a favor del consumidor en el mes  $i$ .

La Distribuidora verificará si el consumidor dispone de un saldo total acumulado de energía equivalente a su favor en el mes anterior  $SEEA_{(i-1)}$ ; si es así, se debitará parte o la totalidad del  $SEEA_{(i-1)}$  para cubrir el  $|ENETE_i|$  del mes  $i$ .

|              |   |
|--------------|---|
| $SEEA_{i-1}$ | Saldo total acumulado de energía equivalente disponible del consumidor en el mes anterior ( $i-1$ ) (kWh). Para el primer mes: ( $n=1$ , $SEEA_0=0$ ) |
| $EF_i$       | Energía Facturable correspondiente al mes $i$   |

Si con el  $SEEA_{(i-1)}$  disponible se logra cubrir la totalidad del  $|ENETE_i|$ , en el mes de consumo  $i$ , la energía facturable en el mes  $i$  será cero;  $EF=0$ . Caso contrario se le facturará el saldo de energía restante aplicando el mayor de los cargos tarifarios ( $T_m$ ).

Se actualizará el  $SEEA_i$  mensualmente sobre la base de los créditos generados y valores devengados para cubrir el  $|ENETE_i|$ , para considerarlo en el cálculo de la energía facturable del mes siguiente.

A partir del inicio de la operación de la SGDA, cada 24 meses el SEEA se reseteará a cero, sin que la Distribuidora tenga derecho otorgar una compensación económica por dicha energía.

Además, independiente del valor mensual por energía que le sea facturado al consumidor, la Distribuidora le facturará mensualmente el cargo por demanda y el cargo de comercialización, sobre la base de lo establecido en el pliego tarifario del SPEE vigente.

A partir del inicio de operación del SGDA, la demanda facturable mensual corresponderá a la demanda máxima registrada en el mes de consumo por el respectivo medidor de demanda horaria y corresponderá a aquella que fue requerida por el consumidor de la red de distribución.

La factura mensual que emita la Distribuidora deberá adjuntar una tabla en la que conste los siguientes valores:  $EREED_i$ ,  $EEINY_i$ ,  $ENETE_i$ ,  $CEEM_i$  y  $SEEA_i$ , correspondientes a los doce periodos de consumo anteriores, tomando como referencia el ANEXO 4 de esta Regulación.

### Artículo 19 MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los aspectos relacionados al sistema de medición de energía eléctrica se sujetarán a lo siguiente:

#### 19.1 SGDA ubicado en el mismo inmueble o predio del consumidor

Para los casos en los que la SGDA esté ubicado en el mismo inmueble del consumidor, la Distribuidora instalará en el punto de entrega un medidor bidireccional que permita registrar el consumo neto de energía por parte del consumidor, según lo descrito en el artículo 18 de esta Regulación.

La Distribuidora será la encargada de la adquisición, calibración inicial e instalación del equipo de medición bidireccional. El consumidor deberá cancelar la diferencia del costo del equipo de medición en relación al equipo que la Distribuidora instalaría a un usuario de la misma categoría sin un SGDA.

El valor indicado en el párrafo anterior, será cancelado en la primera planilla de consumo,

Sesión Electrónica de Directorio de 05 de abril de 2021

18

## Tasa de Interés financiero

| <b>Tasas de Interés</b>  |         |   |         |
|--|---------|---|---------|
| <b>Enero 2022</b>  |         |   |         |
| <b>1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES PARA EL SECTOR FINANCIERO PRIVADO, PÚBLICO Y, POPULAR Y SOLIDARIO</b>  |         |   |         |
| Tasas Referenciales  |         | Tasas Máximas*                                |         |
| Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento:   | % anual | Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento: | % anual |
| Productivo Corporativo   | 7.39    | Productivo Corporativo                        | 8.86    |
| Productivo Empresarial   | 9.30    | Productivo Empresarial                        | 9.89    |
| Productivo PYMES   | 10.23   | Productivo PYMES                              | 11.26   |
| Consumo  | 16.16   | Consumo                                       | 16.77   |
| Educativo  | 8.64    | Educativo                                     | 9.50    |
| Educativo Social   | 5.49    | Educativo Social                              | 7.50    |
| Vivienda de Interés Público  | 4.97    | Vivienda de Interés Público                   | 4.99    |
| Vivienda de Interés Social   | 4.98    | Vivienda de Interés Social                    | 4.99    |
| Inmobiliario   | 9.79    | Inmobiliario                                  | 10.40   |
| Microcrédito Minorista   | 19.92   | Microcrédito Minorista                        | 28.23   |
| Microcrédito de Acumulación Simple   | 20.51   | Microcrédito de Acumulación Simple            | 24.89   |
| Microcrédito de Acumulación Ampliada   | 20.17   | Microcrédito de Acumulación Ampliada          | 22.05   |
| Inversión Pública  | 8.28    | Inversión Pública                             | 9.33    |
| <small>De acuerdo a la Resolución 603-2020-F, de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera.<br/>De acuerdo a la Resolución JPRF-F-2021-004, de la Junta de Política y Regulación Financiera</small> |         |   |         |
| <b>2. TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS PROMEDIO POR INSTRUMENTO</b>  |         |   |         |
| Tasas Referenciales  | % anual | Tasas Referenciales                           | % anual |
| Depósitos a plazo  | 5.57    | Depósitos de Ahorro                           | 0.98    |
| Depósitos monetarios   | 0.59    | Depósitos de Tarjetahabientes                 | 1.31    |
| Operaciones de Reporto   | 1.50    |   |         |
| <b>3. TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS REFERENCIALES POR PLAZO</b>   |         |   |         |
| Tasas Referenciales  | % anual | Tasas Referenciales                           | % anual |
| Plazo 30-60  | 4.04    | Plazo 121-180                                 | 5.11    |
| Plazo 61-90  | 4.36    | Plazo 181-360                                 | 5.84    |
| Plazo 91-120   | 5.05    | Plazo 361 y más                               | 7.74    |
| <b>4. TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS MÁXIMAS PARA LAS INVERSIONES DEL SECTOR PÚBLICO</b>   |         |   |         |
| (según regulación No. 133-2015-M)  |         |   |         |
| <b>5. TASA BÁSICA DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR</b>  |         |   |         |
| <b>6. OTRAS TASAS REFERENCIALES</b>  |         |   |         |
| Tasa Pasiva Referencial  | 5.57    | Tasa Legal                                    | 7.39    |
| Tasa Activa Referencial  | 7.39    | Tasa Máxima Convencional                      | 8.86    |

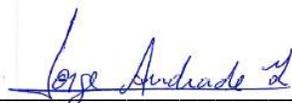
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jorge Israel Andrade Guillen**, con C.C: # **0927148247** autor del trabajo de titulación: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL EDIFICIO RIVERFRONT 1** previo a la obtención del título de **Magister en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 30 de julio de 2025

f.  \_\_\_\_\_

Nombre: **Jorge Israel Andrade Guillen**

C.C: **0927148247**

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

|                                   |   |                        |           |
|-----------------------------------|---|------------------------|-----------|
| <b>TEMA Y SUBTEMA:</b>            | <b>Estudio de factibilidad de un sistema fotovoltaico para el Edificio Riverfront 1</b>                 |                        |           |
| <b>AUTOR(ES)</b>                  | <b>Ing. Jorge Israel Andrade Guillen</b>  |                        |           |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>      | MSc. Gustavo Miguel Mazzini Muñoz/ MSc. Diana Carolina Bohórquez Heras/<br>Ph.D Juan Carlos Lata García |                        |           |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>               | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil   |                        |           |
| <b>FACULTAD:</b>                  | Educación técnica para el desarrollo  |                        |           |
| <b>CARRERA:</b>                   | Maestría en Electricidad  |                        |           |
| <b>TITULO OBTENIDO:</b>           | Magister en Electricidad  |                        |           |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>      | 30 de julio de 2025   | <b>No. DE PÁGINAS:</b> | <b>92</b> |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>           | Generador de energía, Energía renovable, Sistema fotovoltaico, Ahorro de energía.                       |                        |           |
| <b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b> | Power generator, Renewable energy, Photovoltaic system, Energy saving.                                  |                        |           |

**RESUMEN/ABSTRACT:** Las energías renovables se están volviendo un medio de generación de energía sostenible y sustentable al ser un recurso virtualmente ilimitado son considerados una alternativa ante la generación de energía convencional que utiliza la quema de combustible como recurso energético el cual conlleva consecuencias que afectan al medio ambiente y deterioran la capa de ozono con la contaminación de dióxido de carbono y otros gases pesados. El proyecto busca implementar el concepto de las energías renovables mediante un estudio de factibilidad de sistema fotovoltaico para disminuir el consumo eléctrico en el edificio Riverfront1 y aprovechar los beneficios energéticos que el sistema posee mediante la resolución vigente del ARCERNNR-13/2021.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>ADJUNTO PDF:</b>  | <input checked="" type="checkbox"/> SI  | <input type="checkbox"/> NO   |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>                                      | <b>Teléfono:</b><br>+593996897400   | <b>E-mail:</b> <a href="mailto:Jorge.andrade@cu.ucsg.edu.ec">Jorge.andrade@cu.ucsg.edu.ec</a> |
| <b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b> | <b>Nombre:</b> Ph.D Bayardo Bohórquez Escobar   |   |
|  | <b>Teléfono:</b> +593- 995147293  |   |
|  | <b>E-mail:</b> <a href="mailto:celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec">celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec</a> |   |

**SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA**

|   |  |
|---|--|
| <b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b> |  |
| <b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>              |  |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>   |  |