

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Estudio de pre-factibilidad para la integración de generación fotovoltaica en el alimentador S-0427 dentro del complejo hidroeléctrico Machángara por parte de la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

Ingeniero Eléctrico

Autor:

CRISTIAN JOHN TITUANA TITUANA

C.I. 1104366669

Director:

Ph.D. Luis Gerardo González Morales

C.I. 1729711059

Codirector:

Ing. Juan Carlos Sarmiento Vintimilla

C.I. 0104255195

Cuenca – Ecuador

14-octubre-2019



Resumen:

La presente tesis muestra el análisis de pre-factibilidad elaborado en convenio con la Empresa Electro Generadora del Austro. Dicho análisis es aplicado al Complejo Hidroeléctrico Machángara donde se determinaron áreas con características suficientes para la integración de diseños fotovoltaicos mediante exploración. Además, Se realizan diseños a nivel de pre-factibilidad correspondiente a cada área para su evaluación técnica y económica.

A partir del establecimiento de áreas útiles para la generación fotovoltaica y diferentes alternativas de diseño técnico a nivel de pre-factibilidad, se procede a realizar el análisis técnico y análisis económico bajo diferentes escenarios de financiamiento. Como resultados se obtiene el presupuesto aproximado necesario, el costo medio de producción de energía y la existencia de pre-factibilidad para el sector delimitado.

Finalmente, se determinó la existencia de pre-factibilidad técnica y económica para la integración de generación fotovoltaica para los sectores de Saucay, Dutasay y Labrado. Resultado obtenido al determinar el escenario de financiamiento y diseño técnico que ofrece mayor relación costo-beneficio correspondiente a cada área.

Palabras clave: Generación. Fotovoltaico. Pre-factibilidad. ELECAUSTRO S.A.



Abstract:

This thesis shows the pre-feasibility analysis prepared in covenant with the Company Empresa Electro Generadora del Austro. This analysis is applied to the Complejo Hidroeléctrico Machángara where areas with sufficient properties for the integration of photovoltaic designs were determined through exploration. In addition, pre-feasibility level designs corresponding to each area are made for technical and economic evaluation.

From the establishment of useful areas for photovoltaic generation and different alternatives of technical design at the prefeasibility level, the technical analysis and economic analysis are carried out under different financing scenarios. As a result, the necessary approximate budget, the average cost of energy production and the existence of pre-feasibility for the delimited sector are obtained.

Finally, the existence of technical and economic pre-feasibility for the integration of photovoltaic generation for the Saucay, Dutasay and Labrado sectors was determined. Result obtained by determining the financing and technical design scenario that offers the highest cost-benefit ratio corresponding to each area.

Keywords: Generation. Photovoltaic. Pre-feasibility. ELECAUSTRO S.A.



CONTENIDO

- 1. CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES..... 12
 - 1.1 INTRODUCCIÓN 12
 - 1.2 JUSTIFICACIÓN..... 14
 - 1.3 OBJETIVOS 15
 - 1.3.1 Objetivo General: 15
 - 1.3.2 Objetivos Específicos: 15
 - 1.4 ANTECEDENTES 16
 - 1.4.1 Análisis de energía solar fotovoltaica..... 16
 - 1.4.1.1 Análisis a nivel mundial 16
 - 1.4.1.2 Análisis en el Ecuador 19
 - 1.4.1.3 Funcionamiento 21
 - 1.4.2 Descripción del Complejo Hidroeléctrico Machángara (CMH) 21
 - 1.4.3 Ubicación geográfica 22
 - 1.4.4 Análisis Morfológico 22
 - 1.4.5 Obras implantadas en el sector 23
 - 1.5 MARCO TEÓRICO..... 26
 - 1.5.1 Energía solar 26
 - 1.5.2 Efecto fotovoltaico 28
 - 1.5.3 Tipos de células solares..... 29
 - 1.5.3.1 Células de Arseniuro de Galio (GaAs)..... 29
 - 1.5.3.2 Células multiunión (MJ)..... 29
 - 1.5.3.3 Células de silicio monocristalino (Si) 29
 - 1.5.3.4 Células de silicio policristalino (Si)..... 30
 - 1.5.3.5 Células de silicio amorfo..... 30
 - 1.5.4 Sistema fotovoltaico conectado a la red (SFCR)..... 32
 - 1.5.4.1 SFCR sobre el suelo 33
 - 1.5.4.2 SFCR en edificación 34
- 2. CAPÍTULO 2 – ANÁLISIS DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICA 35
 - 2.1 Evaluación del recurso solar..... 35
 - 2.1.1 Radiación promedio diaria en un año típico 35



| | | |
|---------|---|----|
| 2.1.2 | Variabilidad de densidad de energía diaria (kW.h/m ² /día)..... | 36 |
| 2.2 | Determinación de áreas para implementación de generación fotovoltaica | 39 |
| 2.3 | Orientación e inclinación de los módulos | 43 |
| 2.4 | Configuración de arreglos | 44 |
| 2.5 | Selección de paneles fotovoltaicos | 45 |
| 2.6 | Selección de inversores..... | 47 |
| 2.7 | Asociación módulo-inversor..... | 49 |
| 2.7.1 | Restricción de potencia | 50 |
| 2.7.2 | Limitación de corriente | 50 |
| 2.7.3 | Limitación de tensión | 51 |
| 2.7.4 | Determinación de número de paneles en serie | 56 |
| 2.7.4.1 | Número máximo de paneles en serie | 56 |
| 2.7.4.2 | Número mínimo de paneles en serie | 56 |
| 2.8 | Diseño técnico a nivel de pre-factibilidad de instalaciones fotovoltaicos | 57 |
| 2.8.1 | Diseño técnico sector SAUCAY-ESCOMBRERA (2°45'14"S, 79°0'47.43"O) | 58 |
| 2.8.1.1 | Área disponible para emplazamiento | 58 |
| 2.8.1.2 | Estimación de número de paneles o arreglos en el lugar | 58 |
| 2.8.1.3 | Distribución de arreglos sobre el terreno | 60 |
| 2.8.1.4 | Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada | 61 |
| 2.8.1.5 | Estimación de energía del proyecto SAUCAY-ESCOMBRERA | 63 |
| 2.8.2 | Diseño técnico sector SAUCAY-TERRENO (2°45'16,5"S, 79°00'48.97"O) | 73 |
| 2.8.2.1 | Área disponible para emplazamiento | 73 |
| 2.8.2.2 | Distribución de arreglos sobre el terreno | 73 |
| 2.8.2.3 | Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada | 73 |
| 2.8.2.4 | Estimación de energía del proyecto SAUCAY-TERRENO | 75 |
| 2.8.3 | Diseño técnico sector LABRADO (2°43'44.7"S, 79°04'21.8"O) | 78 |
| 2.8.3.1 | Área disponible para emplazamiento | 78 |
| 2.8.3.2 | Distribución de paneles sobre la estructura | 79 |
| 2.8.3.3 | Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada | 80 |
| 2.8.3.4 | Estimación de energía del proyecto LABRADO | 81 |
| 2.8.4 | Diseño técnico sector DUTASAY (2°47'59.79"S, 79°0'37.51"O) | 83 |



| | | |
|---------|---|-----|
| 2.8.4.1 | Área disponible para emplazamiento | 83 |
| 2.8.4.2 | Distribución de arreglos sobre la estructura | 84 |
| 2.8.4.3 | Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada | 85 |
| 2.8.4.4 | Estimación de energía del proyecto DUTASAY..... | 86 |
| 3. | CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS ECONÓMICO | 89 |
| 3.1 | Introducción | 89 |
| 3.2 | Determinación de costo de inversión inicial y costo de gasto fijo | 89 |
| 3.2.1 | Determinación de costos de inversión inicial..... | 89 |
| 3.2.1.1 | Estimación de costos de módulos fotovoltaicos | 91 |
| 3.2.1.2 | Estimación de costo de inversores..... | 93 |
| 3.2.1.3 | Estimación de costos indirectos | 94 |
| 3.2.2 | Estimación de costo de gastos fijos..... | 96 |
| 3.2.3 | Estimación de costo de inversión SAUCAY-ESCOMBRERA..... | 97 |
| 3.2.4 | Estimación de costo de inversión inicial SAUCAY-TERRENO | 98 |
| 3.2.5 | Estimación de costo de inversión inicial LABRADO | 99 |
| 3.2.6 | Estimación de costo de inversión inicial DUTASAY | 100 |
| 3.3 | Análisis económico mediante diferentes escenarios | 101 |
| 3.3.1 | Metodología | 101 |
| 3.3.1.1 | Consideraciones | 102 |
| 3.3.1.2 | CONCEPTOS | 104 |
| 3.3.2 | Análisis económico sector SAUCAY-ESCOMBRERA..... | 107 |
| 3.3.3 | Análisis económico sector SAUCAY-TERRENO | 108 |
| 3.3.4 | Análisis económico Sector LABRADO | 108 |
| 3.3.5 | Análisis económico Sector DUTASAY | 109 |
| 3.4 | Análisis de sensibilidad..... | 110 |
| 3.4.1 | Análisis de sensibilidad sector SAUCAY-ESCOMBRERA..... | 110 |
| 3.4.2 | Análisis de sensibilidad sector SAUCAY-TERRENO | 113 |
| 3.4.3 | Análisis de sensibilidad sector SECTOR-LABRADO | 116 |
| 3.4.4 | Análisis de sensibilidad sector SECTOR-DUTASAY..... | 119 |
| 4. | CAPÍTULO 4 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 123 |
| 4.1 | Conclusiones..... | 123 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | |
|-------|--------------------------------|-----|
| 4.1.1 | Conclusión General | 123 |
| 4.1.2 | Conclusiones Específicas | 124 |
| 4.2 | Recomendaciones | 129 |
| 5. | BIBLIOGRAFÍA | 132 |
| 6. | ANEXOS | 135 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | Capacidad fotovoltaica nominal y efectiva instalada en el Ecuador | 19 |
| Tabla 2. | Precios preferentes energía renovable en (cUSD/kW.h) - Regulación 004/11 [9] | 20 |
| Tabla 3. | Tabla comparativa de Radiación promedio diaria en un año típico | 35 |
| Tabla 4. | Variabilidad de radiación solar (W/m^2) – Estación Cañar | 37 |
| Tabla 5. | Detalle de alternativas verificadas. | 42 |
| Tabla 6. | Alternativas consideradas aptas | 43 |
| Tabla 7. | Características de paneles solares seleccionados. | 47 |
| Tabla 8. | Características de inversores seleccionados. | 49 |
| Tabla 9. | Datos meteorológicos correspondientes a estación Cañar | 52 |
| Tabla 10. | Configuración inversor-panel seleccionada | 62 |
| Tabla 11. | Potencia pico instalada y uso del inversor | 62 |
| Tabla 12. | Variación de HSP | 64 |
| Tabla 13. | Perdidas del sistema fotovoltaico | 65 |
| Tabla 14. | Coefficiente de variación de potencia por la temperatura correspondiente a cada panel | 67 |
| Tabla 15. | Variación de temperatura de la célula de módulos seleccionados | 68 |
| Tabla 16. | Rendimiento del sistema debido a la temperatura | 68 |
| Tabla 17. | Variación de coeficiente de rendimiento en un año típico | 68 |
| Tabla 18. | Energía fotovoltaica generada (kW.h) y factor de planta (%) para el inversor TRIO-50-TL-OUTD | 69 |
| Tabla 19. | Energía fotovoltaica generada (kW.h) y factor de planta (%) para el inversor PVI-110.0-TL | 70 |
| Tabla 20. | Energía en 25 años para inversor TRIO-50-TL-OUTD | 71 |
| Tabla 21. | Energía en 25 años para inversor PVI-110.0-TL | 72 |
| Tabla 22. | Tabla resumen sector SAUCAY-ESCOMBRERA | 72 |
| Tabla 23. | Configuración inversor-panel seleccionada SAUCAY-TERRENO | 74 |
| Tabla 24. | Potencia pico instalada y uso del inversor | 74 |
| Tabla 25. | Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor TRIO-50-TL-OUTD - SAUCAY TERRENO | 75 |
| Tabla 26. | Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor PVI-110.0-TL - SAUCAY TERRENO | 76 |
| Tabla 27. | Energía en 25 años para inversor TRIO-50-TL-OUTD, SAUCAY TERRENO | 76 |
| Tabla 28. | Energía en 25 años para inversor PVI-110.0-TL, SAUCAY TERRENO | 77 |
| Tabla 29. | Tabla resumen sector SAUCAY-TERRENO | 78 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 30. Configuración inversor-panel seleccionado Sector Labrado (2°43'44.7"S, 79°04'21.8"O) | 81 |
| Tabla 31. Potencia pico instalada y uso del inversor | 81 |
| Tabla 32. Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor UNO-DM-5.0-TL-PLUS, Sector LABRADO | 81 |
| Tabla 33. Energía en 25 años para inversor UNO-DM-5.0-TL-PLUS, Sector LABRADO | 82 |
| Tabla 34. Tabla resumen sector Sector LABRADO | 83 |
| Tabla 35. Configuración inversor-panel seleccionado Sector DUTASAY (2°47'59.79"S, 79°0'37.51"O) | 86 |
| Tabla 36. Potencia pico instalada y uso del inversor | 86 |
| Tabla 37. Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor TRIO-5.8-TL-OUTD, Sector Dutasay | 87 |
| Tabla 38. Energía en 25 años para inversor TRIO-5.8-TL-OUTD, Sector DUTASAY | 87 |
| Tabla 39. Tabla resumen sector Sector SAUCAY | 88 |
| Tabla 40. Precios indicativos de módulos fotovoltaicos en diferentes países [37]..... | 92 |
| Tabla 41. Precio de módulos seleccionados..... | 93 |
| Tabla 42. Costo por tipo de inversor (USD/Wdc)[36] | 93 |
| Tabla 43. Precio de inversores seleccionados..... | 94 |
| Tabla 44. Costos de inversión inicial SAUCAY-ESCOMBRERA | 97 |
| Tabla 45. Costos de inversión inicial SAUCAY-TERRENO..... | 98 |
| Tabla 46. Costos de inversión inicial SECTOR-LABRADO..... | 99 |
| Tabla 47. Costos de inversión inicial SECTOR-DUTASAY | 100 |
| Tabla 48 Ejemplo de Flujo de efectivo o estado de resultados [42]. | 105 |
| Tabla 49. Asignación de nomenclatura a escenarios de financiamiento. | 107 |
| Tabla 50.Tabla resumen de resultados planteados SAUCAY-ESCOMBRERA | 107 |
| Tabla 51. Tabla resumen de resultados planteados SAUCAY-TERRENO | 108 |
| Tabla 52. Tabla resumen de resultados planteados Sector-Labrado..... | 108 |
| Tabla 53. Tabla resumen de resultados planteados Dutasay | 109 |
| Tabla 54.Valores mínimos de venta de energía SAUCAY-ESCOMBRERA | 110 |
| Tabla 55. Valores mínimos de venta de energía SAUCAY-TERRENO..... | 114 |
| Tabla 56. Valores mínimos de venta de energía SECTOR-LABRADO..... | 117 |
| Tabla 57. Valores mínimos de venta de energía SECTOR-DUTASAY | 120 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Cristian John Tituana Tituana en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Estudio de pre-factibilidad para la integración de generación fotovoltaica en el alimentador S-0427 dentro del complejo hidroeléctrico Machángara por parte de la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A.", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de octubre de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cristian J. Tituana', written over a horizontal line.

Cristian John Tituana Tituana

C.I: 1104366669



Cláusula de Propiedad Intelectual

Cristian John Tituana Tituana, autor del trabajo de titulación “Estudio de pre-factibilidad para la integración de generación fotovoltaica en el alimentador S-0427 dentro del complejo hidroeléctrico Machángara por parte de la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 14 de octubre de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Cristian John Tituana Tituana", written over a horizontal line.

Cristian John Tituana Tituana

C.I: 1104366669



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTO

Al Ph.D. Luis Gerardo González Morales por brindarme su apoyo, colaboración y guía en cada momento a lo largo del desarrollo de la tesis y a lo largo de mi carrera profesional demostrando su constancia y amor por el trabajo y la virtud de su persona.

Al Ing. Juan Carlos Sarmiento Vintimilla quien mediante su empeño e interés en las energías renovables ha brindado los datos necesarios, acompañó en el proceso de exploración y ha guiado en el proceso de elaboración haciendo posible la culminación de la presente tesis.

A la Universidad de Cuenca mi alma mater y a la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A entidades que han hecho posible la culminación de mi carrera profesional mediante la elaboración del convenio específico.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

A mis padres, Bertha y Francisco quienes día a día se han esforzado en ayudarme a cumplir mis metas y me han demostrado mediante su amor el significado del trabajo y la integridad.

A mis hermanas Kewy y Karina, a mi sobrina Amelia y a mi futura sobrina Emilia que día a día me han servido de fuente de motivación e inspiración para lograr ser una mejor persona y convertirme en profesional.

A Vanessa Ojeda que mediante su conocimiento, apoyo y cariño se ha convertido en una gran fuente de consulta, soporte y motivación a lo largo de toda mi carrera profesional.

A mis profesores quienes sin egoísmo han sabido enseñarme lo que no sabía y me han despertado ante lo que ya sabía.

A mis familiares, amigos y a todos quienes en algún momento a lo largo de mi carrera han sumado en mi beneficio.



1. CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El metabolismo urbano se refiere al crecimiento de las ciudades como resultado del consumo de recursos. “Una ciudad puede considerarse un proceso metabólico como los que experimenta un ser vivo” [1]; es decir, las ciudades experimentan procesos similares a los de un ser vivo, permitiéndoles crecer mediante el consumo de recursos y la eliminación de desechos. Es decir, el uso de recursos en la ciudad o por los habitantes de la ciudad ha dado como resultado el desarrollo en economía, tecnología y grandes avances en términos de salud y globalización; sin embargo, también viene acompañado de un incremento exponencial de la población a tal punto que, en la actualidad se considera que el consumo de recursos de las ciudades es mayor a lo que el planeta puede generar de manera perenne.

La mayoría de recursos usados en el planeta son no renovables los mismos que contaminan el medio ambiente debido a que su consumo es superior al de su capacidad de regeneración natural, constituyéndose en una fuente de energía limitada para el planeta; de donde resulta que; es fundamental suplir la dependencia que posee la humanidad por el uso y aprovechamiento de este tipo de recursos dando oportunidad a la explotación de recursos renovables y haciendo de los procesos más eficientes y sostenibles para el planeta.

En el caso de Ecuador, se ubica geográficamente en la línea ecuatorial por lo que; tiene un gran potencial en recurso solar[2]. Por esta razón se toma en cuenta la energía solar fotovoltaica, y los principios de la generación distribuida para realizar el siguiente estudio de pre-factibilidad, considerando a la generación distribuida como una alternativa de solución a los problemas presentados por las grandes distancias existentes entre los puntos de generación y puntos de consumo de los sistemas eléctricos convencionales. Teniendo en cuenta que con este tipo de sistemas aumenta la confiabilidad y eficiencia eléctrica.

El presente estudio denominado “pre-factibilidad para la integración de generación fotovoltaica en el alimentador S-0427 perteneciente a CENTROSUR ubicado dentro del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Complejo Hidroeléctrico Machángara (CHM) por parte de la Empresa Electro Generadora del Austro (ELECAUSTRO S.A.)”, considera en forma paralela el recurso solar y la elaboración de proyectos que se puedan integrar a generación distribuida. En el mismo, se plantean diversas alternativas con su respectivo análisis técnico-económico para la generación fotovoltaica. Además, se determinan los equipos y presupuestos necesarios tanto para su emplazamiento como el costo medio de producción de la energía; de manera puntual, se establece la pre-factibilidad de cada una de las alternativas analizadas.

El proyecto se encuentra estructurado por cuatro capítulos: el primer capítulo hace referencia a generalidades, el segundo se enmarca en el estudio de pre-factibilidad técnica, en el tercer capítulo se efectúa el análisis económico y finalmente en el cuarto capítulo se establecen las conclusiones y recomendaciones.



1.2 JUSTIFICACIÓN

Los resultados obtenidos mediante el estudio de pre-factibilidad serán utilizados por la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A. como base para una posible integración de generación fotovoltaica enfocada a la generación distribuida en el Complejo Hidroeléctrico Machángara. La puesta en marcha de generación distribuida en el sector delimitado será con la finalidad de obtener las diferentes ventajas y desventajas que poseen las fuentes de generación renovables y así poder determinar la factibilidad de replicar lo implementado en la ciudad de Cuenca.

El análisis de posibles alternativas de integración de generación fotovoltaica por parte de la empresa generadora local, cumple con lo establecido en la constitución de la República del Ecuador: Art. 15 “El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.” y Art.413 “El Estado promoverá la eficiencia energética en desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.” , estos artículos incentivan el desarrollo y explotación de fuentes de energía renovables.

El análisis de pre-factibilidad al tener enfoque de generación distribuida plantea una posible solución a los problemas de un sistema de generación tradicional cuya principal dificultad son las distancias existentes entre el punto de generación y las cargas.



1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

- Realizar un estudio de pre-factibilidad para la integración de generación solar fotovoltaica en el Complejo Hidroeléctrico Machángara por parte de la Empresa Electro Generadora del Austro ELECAUSTRO S.A. mediante el análisis de diferentes escenarios para el desarrollo de proyectos que se integren en un futuro a generación distribuida.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Analizar alternativas de generación solar fotovoltaica en el Complejo Hidroeléctrico Machángara.
- Establecer un presupuesto aproximado de los componentes principales para las alternativas localizadas.
- Estimar el costo medio de producción de la energía acorde al presupuesto establecido.
- Determinar la pre-factibilidad técnica de la integración de generación fotovoltaica en el sector delimitado.



1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Análisis de energía solar fotovoltaica

A continuación, se presenta un breve análisis de la situación actual de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial y local considerando el crecimiento de la capacidad instalada.

1.4.1.1 Análisis a nivel mundial

La oferta de la energía a nivel mundial tiene tendencia creciente, es de esta manera que ha pasado de 8 774 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TPES) en el año 1990, a 10 036 millones de TEP en el año 2000, a 11 495 millones de TEP en el año 2005, a 12 876 millones de TEP en el año 2010; y, a 13 761 millones de TEP en el año 2016 según datos publicados por la IEA (Agencia Internacional de Energía). [3] Sin embargo, no es hasta el año 2005 que la energía solar fotovoltaica obtiene una participación significativa experimentando un crecimiento exponencial, a tal punto que ha pasado a ser la energía renovable no convencional con mayor incremento en los últimos años; es de esta manera, que de 4TW.h de energía producida en el año 2005 pasa a 328 TW.h de energía producida hasta el año 2016, lo que valida el análisis realizado por IRENA (Internacional Renewable Energy Agency) en cuyas estadísticas se presenta el aumento de capacidad instalada, de 808 MW en el año 2000, a 290 792 MW en el año 2016 [4], [5] referirse a Figura 1.

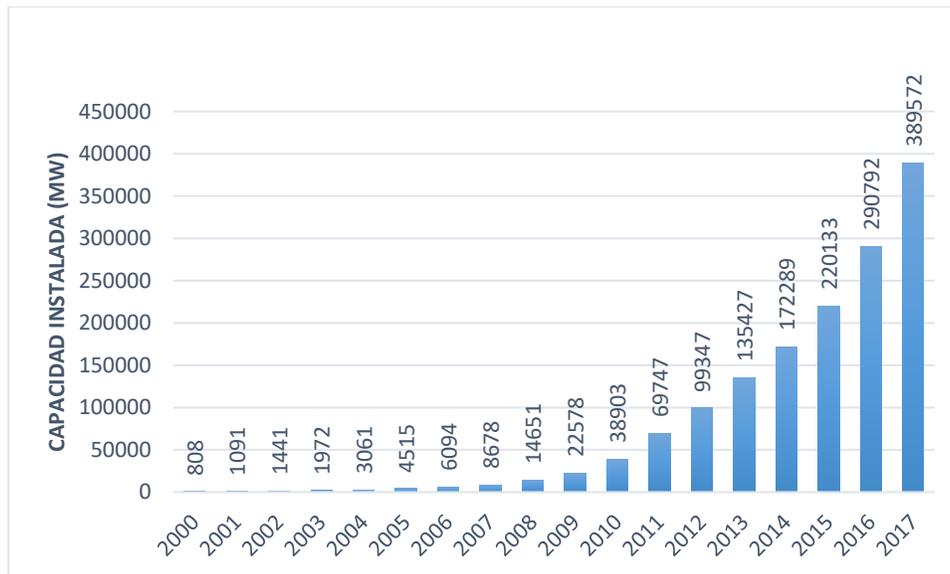


Figura 1. Capacidad PV instalada en el mundo[4]

Es decir, la capacidad total instalada de electricidad en paneles solares en el año 2016 produjo cerca del 1.3134 % de la energía eléctrica del mundo (24973 TW.h)¹. Además, hay que mencionar que las proyecciones para el año 2050 consideran un alto nivel de participación pudiendo alcanzar entre el 18% y 31% de la generación total [6].

La razón principal para el crecimiento de la capacidad fotovoltaica instalada es la reducción de costos en la infraestructura, obteniendo una caída en los costos globales de los módulos fotovoltaicos en un 50% entre el año 2006 y el año 2011, acentuándose a un 60% entre el año 2011 y el año 2015 [6]. Simultáneamente en [7] se muestran estadísticas que validan lo aseverado en [6]. Dichos valores se expresan en la Figura 2.

¹ www.iea.org/statistics/

Fecha de consulta: Abril, 2019

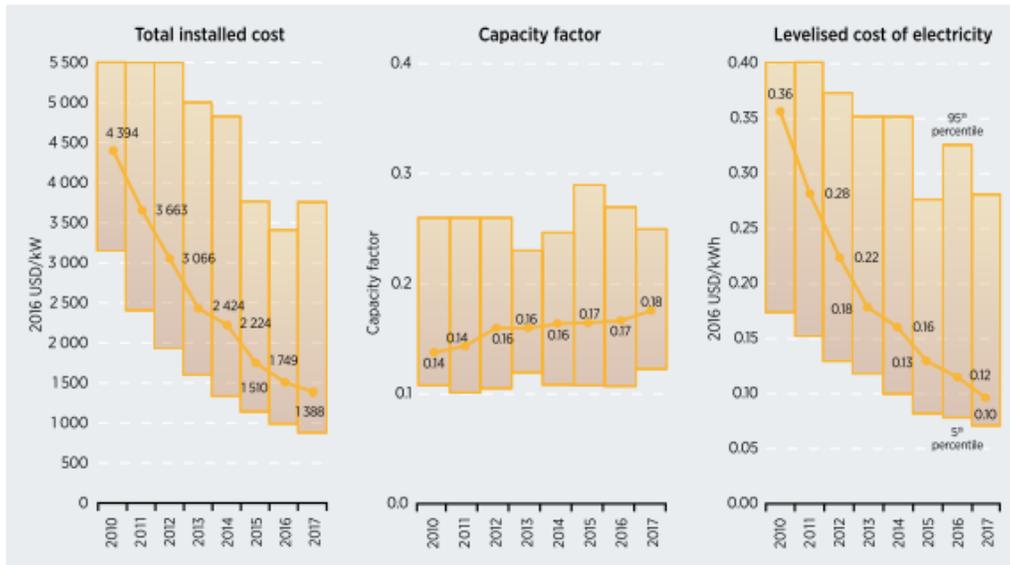


Figura 2. Promedio ponderado global de los costos totales, factor de planta y costo nivelado de electricidad [7]. La instalación y crecimiento de la capacidad de sistemas fotovoltaicos se da principalmente en regiones con pocos recursos solares como Europa y China; mientras que, en regiones de altos recursos como África y Medio Oriente, la energía solar sigue sin explotarse [3], [4], [6]. Por otra parte, en International Energy Agency (IRENA) [4] se presentan los 15 países con mayor capacidad instalada en el año 2016, como se puede observar en la Figura 3.

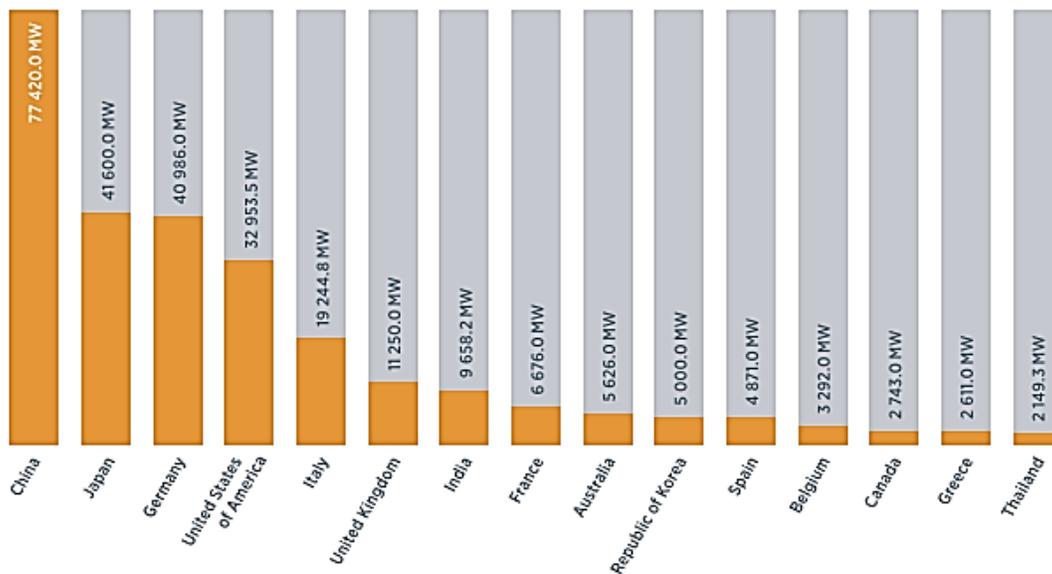


Figura 3. clasificación de 15 países con mayor capacidad instalada en generación fotovoltaica[4].



Consecuentemente, de acuerdo a la Figura 3 se puede deducir que el país con mayor capacidad instalada en energía fotovoltaica es China, seguida de Japón, Alemania y Estados Unidos de América.

En conclusión, a nivel mundial existe un incremento exponencial de la capacidad instalada en sistemas fotovoltaicos como consecuencia de la reducción de costos, siendo los países desarrollados los que mayor crecimiento en la capacidad presentan a pesar de contar con pocos recursos solares por año.

1.4.1.2 Análisis en el Ecuador

En el Ecuador el crecimiento de la capacidad instalada está en etapas iniciales, como lo muestran las estadísticas presentadas por la ARCONEL en el año 2017 [8], en donde se detallan la potencia nominal y efectiva instalada durante el período comprendido entre el año 2007 al 2017, (Tabla 1).

Tabla 1. Capacidad fotovoltaica nominal y efectiva instalada en el Ecuador

| Capacidad (MW) | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Nominal | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 3.90 | 26.41 | 25.54 | 26.48 | 26.48 |
| Efectiva | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 3.87 | 26.37 | 25.50 | 25.59 | 25.59 |

Se debe agregar que, en el año 2017 la potencia nominal fotovoltaica representó el 0.33% del total de la potencia nominal instalada en el país hasta ese momento (8036,34 MW), produciendo un total de 37,48 GW.h del total de la energía producida en el país en el año 2017, dicho total es igual a 28 032,91 GW.h representando el 0.13 % del total de energía generada en el país en ese año [8].

Al considerar la energía generada mediante fuentes renovables en el país, ésta representa el 73.69% del total generado, dicho porcentaje está compuesto por el 97.24% de generación en centrales hidráulicas, 2.09% generado por biomasa, 0.36% por centrales eólicas, 0.18% por centrales fotovoltaicas y 0.13 % en centrales de biogás. [8]

La energía solar fotovoltaica en el país tiene una participación del 0.18% dentro de las energías renovables y un 0.13% del total de energía del país [8]. Dicho crecimiento se dio



en el período 2011 – 2014 como consecuencia del establecimiento de la regulación No. CONELEC 004/11 del 14 de abril del 2011; la misma que se apoyó en precios preferentes para las energías renovables no convencionales en especial para la energía fotovoltaica[9] obteniendo la tabla de precios expresados en la Tabla 2. La regulación se mantuvo vigente desde el 2011 al 2013.

Tabla 2. Precios preferentes energía renovable en (cUSD/kW.h) - Regulación 004/11 [9].

| CENTRALES | Territorio Continental | Territorio Insular de Galápagos |
|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| EÓLICAS | 9.13 | 10.04 |
| FOTOVOLTAICAS | 40.03 | 44.03 |
| BIOMASA Y BIOGÁS < 5 MW | 11.05 | 12.16 |
| BIOMASA Y BIOGÁS < 5MW | 9.60 | 10.56 |
| GEOTÉRMICAS | 13.21 | 14.53 |

Por consiguiente, en el país existe generación fotovoltaica cuyo crecimiento es derivado del uso de políticas de precios preferenciales correspondiendo a un sistema FIT (Feed in Tarif), modelo que consiste en que el organismo de control o gobierno coloca una tarifa, premio o preferente a la energía renovable inyectada a la red, incentivando de esta manera a su instalación y a su crecimiento. A pesar de la existencia previa de la regulación, la explotación del recurso solar es mínima en comparación al potencial teórico existente en el país.

Actualmente se encuentra en vigencia la regulación 003/18 aprobada el 22 de octubre de 2018 y reformada mediante la resolución 057/18 el 28 de diciembre del 2018, la misma que reforma la disposición transitoria acerca de la capacidad nominal instalada la cual detalla que hasta que se emita la regulación sobre generación distribuida las condiciones establecidas en la regulación serán aplicables para sistemas de hasta 300 kW, para consumidores residenciales y de hasta menos de 1000 kW, para consumidores comerciales o industriales, además, reforma el nombre de la regulación.

Las principales condiciones establecidas en la regulación 003/18 denominada “Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica son:

1.4.1.2.1 Dimensionamiento del μ SFV

La siguiente expresión es definida con el fin de determinar la capacidad máxima instalada:



$$\text{Capacidad nominal instalada} = \frac{\sum_{i=\text{mes } 1}^{\text{mes } 12} \text{Emensual}_i \text{ (kWh)}}{\text{Factor}_{\text{planta de diseño}} * 8760 \text{ (h)}} \text{ (kW)}$$

Donde:

Emensual_i : Energía mensual facturada al consumidor, en caso de no contar con este registro, se podrá realizar una proyección en el estudio técnico.

$\text{Factor}_{\text{planta de diseño}}$: Será determinado en el estudio técnico.

1.4.1.2.2 Plazo de operación del μ SFV

Según se define dentro de la regulación 003/18, el plazo de operación será de veinte años, tiempo que contará a partir de la fecha de inicio de operación. Luego de haberse superado el plazo el sistema deberá ser desconectado de la Red de distribución.

1.4.1.3 Funcionamiento

La regulación 003/18 establece los temas relacionados al funcionamiento en sincronismo a la red lo cual deberá ser contemplado por el consumidor y la empresa de distribución.

Se deberá considerar los siguientes aspectos:

- Definición del Punto de Conexión a la Red de la empresa de distribución
- Requerimientos Técnicos para la Conexión con el Sistema de Distribución
- Condiciones de puesta a tierra del μ SFV
- Sistema de Protecciones

1.4.2 Descripción del Complejo Hidroeléctrico Machángara (CMH)

El Complejo Hidroeléctrico Machángara (CMH) es la zona que comprende todas las obras que se encuentran construidas en la cuenca alta y media del río Machángara, pertenecientes a la Empresa Electro Generadora del Austro S.A. Zona, en la cual se realizaron recorridos de reconocimiento para la determinación de posibles zonas de generación fotovoltaica. El área que comprende el CHM se ubica entre las parroquias rurales de Chiquintad y Checa según se indica en la división parroquial del cantón Cuenca.



1.4.3 Ubicación geográfica

El Complejo Hidroeléctrico Machángara se ubica a 15 km de distancia al noroccidente de la ciudad de Cuenca y comprende todas las zonas de la cuenca alta y media del río Machángara (Figura 4).

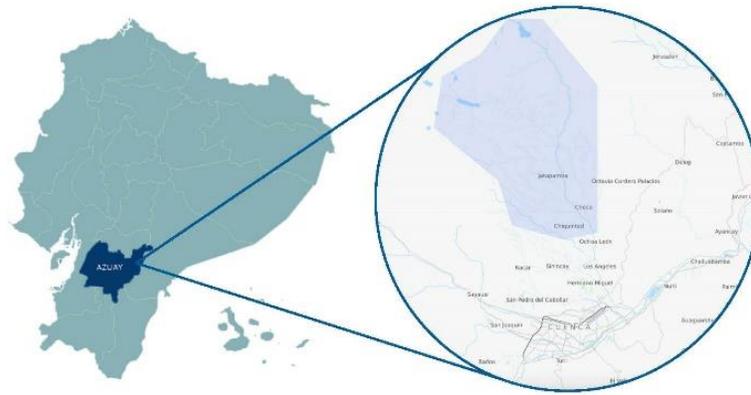


Figura 4. Ubicación geográfica de CHM

El CHM es de vital importancia para la ciudad de Cuenca debido a que sus obras tienen como objetivos lo siguientes:

1. Garantizar el abastecimiento de agua potable.
2. Garantizar el agua para riego.
3. Regular el caudal del río Machángara.
4. Generar energía eléctrica.

1.4.4 Análisis Morfológico

El estudio realizado está limitado a las zonas comprendidas por el Complejo Hidroeléctrico Machángara (CMH), lugar que comprende las obras de mayor importancia socio ambiental para la Empresa Electro Generadora del Austro (ELECAUSTRO S.A.).



Para la selección de las zonas se consideran accesos viales, cercanía al alimentador S-0427, así como también las características geomorfológicas del terreno, para lo cual se analiza la cartografía presente en la página web del Instituto Geográfico Militar (IGM), y su estudio realizado en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de las parroquias Checa (Figura 5) y Chiquintad (Figura 6).

Basándose en el análisis geomorfológico obtenido del plan de ordenamiento territorial de la parroquia rural Checa [10], se describe que el relieve del lugar en su mayoría es escarpado y montañoso. Así mismo, en el plan de ordenamiento territorial de la parroquia rural de Chiquintad [11], se establece que la pendiente predominante se encuentra en el rango de 30% a 50% equivalente a un relieve de cimas frías de cordilleras.

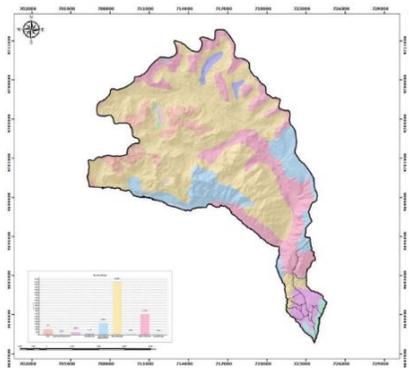


Figura 5. Mapa de análisis geomorfológico parroquia CHECA[10].

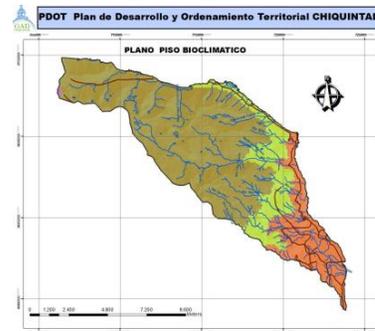


Figura 6. Mapa de análisis geomorfológico parroquia Chiquintad[11].

La zona en estudio se encuentra conformado en su mayoría por pendientes pronunciadas, lo cual dificulta la puesta en marcha de proyectos fotovoltaicos, limitando de esta manera los terrenos de posible generación, y conllevando a la búsqueda de terrenos con menores pendientes y cercanía a las redes de distribución de la zona.

1.4.5 Obras implantadas en el sector

Las obras de mayor magnitud ubicadas en el sector son:



Figura 7. Represa CHANLUD



Figura 8. Represa LABRADO



Figura 9. Central SAYMIRIN



Figura 10. Central SAUCAY



Figura 11. Tanque de presión TUÑI



Figura 12. Tanque de presión DUTASAY

Características:

- **Figura 7.- Presa Chanlud**

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Ubicación: | Cuenca alta de río Machángara |
| Capacidad de embalse: | 15'735 344 m ³ |
| Tipo: | Arco Gravedad |
| Estructura: | Hormigón Armado |
| Altura: | 51 metros |

- **Figura 8.- Presa Labrado**



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Ubicación: Cuenca alta del río Chulco
Capacidad de embalse: 6'176 736 m³
Tipo: Gravedad
Estructura: Hormigón Ciclópeo con dique conformado por enrocado recubierto de arcilla
Altura: 13 metros

- **Figura 9.- Central Hidroeléctrica Sr. Arturo Salazar (Saymirín) 15.52 MW**

Central Saymirín III-IV: Dos unidades de 4 MW Total: 8 MW
Central Saymirín V: Dos unidades de 3.76 MW Total: 7.52 MW
Total instalado en el sector : 15.52 MW

- **Figura 10.- Central Hidroeléctrica Ing. Fernando Malo Cordero(Saucay) 24 MW**

Unidades Instaladas de 4MW: Dos unidades de 4 MW Total: 8 MW
Unidades Instaladas de 8MW: Dos unidades de 8 MW Total: 16 MW
Total instalado en el sector : 24 MW

- **Figura 11.- Tanque de presión Tuñi**

Capacidad de embalse: 28 000 m³

- **Figura 12.- Tanque de presión Dutasay**

Capacidad de embalse: 32 000 m³



1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 Energía solar

El Sol actúa como un reactor nuclear de grandes dimensiones, su energía es emanada al espacio llegando a la tierra una parte equivalente a 178000 TW-año de potencia [2][12]. Sin embargo, de esa cantidad el 70% es aprovechable por la superficie terrestre debido a que esta energía es reflejada nuevamente al espacio. El 50% de la energía es absorbida para calentar la superficie terrestre y ser devuelta al espacio en forma de calor. El restante 20% representa la energía solar incidente dentro de la tierra la misma que actúa como fuente primaria de energía causando la formación de ciclos hidrológicos, vientos y pasando a ser parte de los procesos de fotosíntesis en forma de energía solar acumulada [13].

En su mayoría las fuentes de energía son un derivado de la energía solar, las mismas que se clasifican en dos grupos, las formadas de manera instantánea (eólica, hidráulica) y aquellas que son consecuencia de la acumulación de la energía solar (Gas, petróleo) [13]. Una clasificación de las fuentes puede observar en la Figura 13.

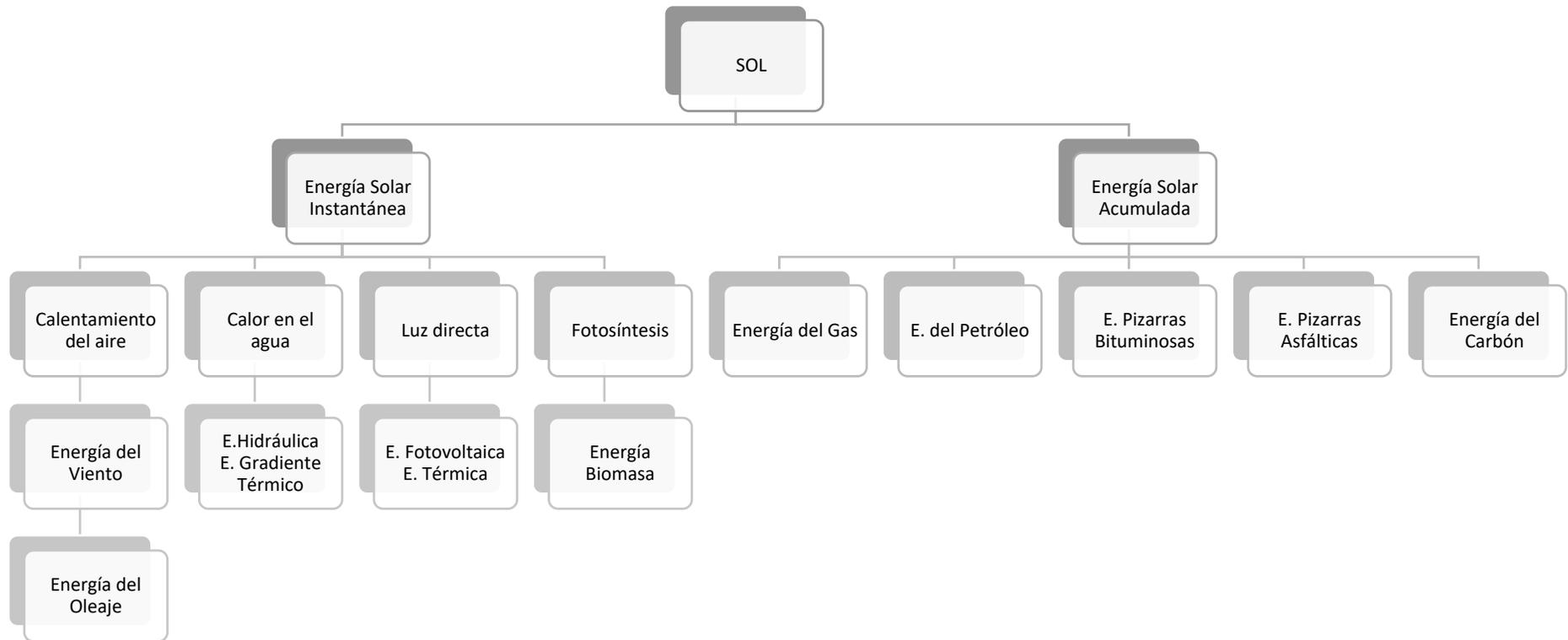


Figura 13. Clasificación de las energías disponibles en la tierra[13]



Así mismo, las energías renovables provenientes del sol se pueden subdividir en solar indirecta y solar directa [12]. La energía solar indirecta es consecuencia de la transformación de la energía en la atmósfera e hidrósfera pudiéndose transformar en olas, viento y en precipitación, las mismas que pueden ser explotadas mediante el uso de centrales eólicas, mareomotrices e hidráulicas. La energía solar directa se puede dividir según sus efectos térmicos y fotónicos. Los efectos térmicos mediante el uso de la energía para la producción de calor, climatización y en centrales termosolares para la generación de electricidad. De la misma forma, los efectos fotónicos son empleados para obtener energía eléctrica directamente mediante el uso de células solares que agrupadas forman un panel fotovoltaico.

1.5.2 Efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico se refiere a la transformación directa de energía solar en electricidad, esa transformación se realiza a través de sistemas fotovoltaicos, los mismos que se encuentran conformados por la agrupación de varios paneles conectados en serie y/o paralelo [14]. De la misma forma cada módulo fotovoltaico está estructurado por células solares que son las unidades más básicas del sistema.

Una célula solar es la encargada de aprovechar ciertas propiedades de los materiales semiconductores de los cuales está formada, para realizar la conversión fotovoltaica, dichos semiconductores permiten la circulación de corriente cuando un fotón incide en la célula solar cediendo su energía a un electrón del material semiconductor desencadenando el movimiento del exceso de energía a través del material como consecuencia de la diferencia de potencial presente en la unión p-n [14]. Dando como resultado corriente eléctrica a partir de la luz incidente. El modelo eléctrico de una célula solar se presenta en la Figura 14 [15], la misma que permite analizar su comportamiento eléctrico.

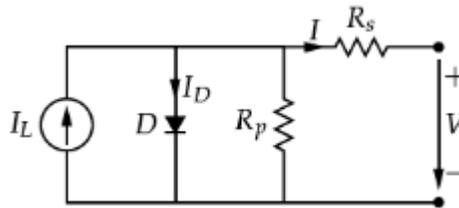


Figura 14. Modelo eléctrico de una célula solar [15].

1.5.3 Tipos de células solares

Existen varios tipos de células fotovoltaicas cuya clasificación depende de la composición y la forma de fabricación [14], [16]. Tomando en cuenta las más relevantes se tiene las siguientes:

1.5.3.1 Células de Arseniuro de Galio (GaAs)

Actualmente son las más recomendadas para el uso en paneles fotovoltaicos debido a que el rendimiento de la célula puede llegar al 28%. Sin embargo, el material utilizado es escaso lo que ha causado que se utilice desde hace pocos años, por lo que su tecnología aún se encuentra en etapas iniciales y con costos muy elevados. Las propiedades principales del material son su elevado costo de absorción y menores pérdidas que el silicio en temperaturas elevadas [14], [16].

1.5.3.2 Células multiunión (MJ)

Son células solares que han logrado alcanzar una eficiencia alrededor del 46%, debido a su capacidad para apilar múltiples uniones, estas uniones están hechas de diferentes semiconductores que funcionan en diversas longitudes de onda del espectro de luz incidente, actualmente son ampliamente utilizadas en aplicaciones espaciales y terrestres solo bajo alta concentración [17], [18].

1.5.3.3 Células de silicio monocristalino (Si)

En la actualidad son las células solares más usadas (cerca del 50%), a consecuencia de su buena relación rendimiento/costo. Su rendimiento alcanza valores cercanos al 18% debido



a su estructura completamente ordenada. Sin embargo, su fabricación requiere mucho tiempo y energía como resultado de la purificación del silicio que a pesar de ser el segundo elemento más abundante en el planeta no se encuentra en estado puro [14], [16].

1.5.3.4 Células de silicio policristalino (Si)

Su rendimiento llega al 14%, su costo es menor al del silicio monocristalino debido a que su fabricación es parecida, con la diferencia que necesita menor control en la temperatura de enfriamiento; Tiene la ventaja que sus células pueden ser directamente de forma cuadrada aprovechando la superficie útil de los módulos fotovoltaicos, reduciendo de esta manera el espacio entre células a diferencia de las células monocristalinas [14].

1.5.3.5 Células de silicio amorfo

Los rendimientos son menores al 10%; la ventaja principal de su uso radica en que el espesor puede ser 50 veces más fino lo cual lo hace más económico en su fabricación frente a las células de silicio policristalinos y silicio monocristalinos. Actualmente son usados en la fabricación de juguetes, calculadoras y otros dispositivos que pueden ser accionados por la energía solar[16].

La Figura 15 representa la evolución de la eficiencia de las células solares según la tecnología.



Best Research-Cell Efficiencies

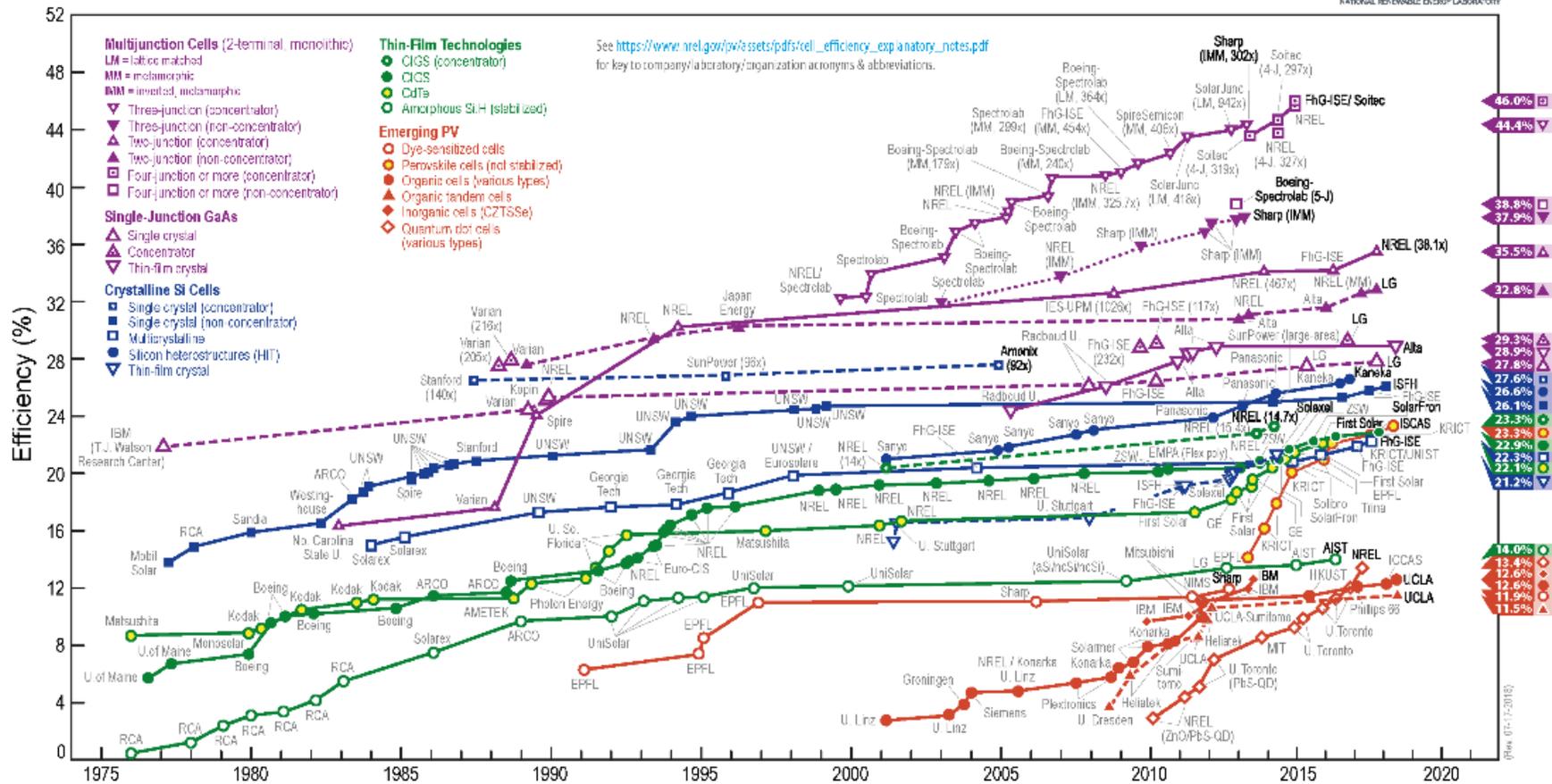


Figura 15. Evolución de la eficiencia de células solares según la tecnología[19].



1.5.4 Sistema fotovoltaico conectado a la red (SFCR)

Un sistema fotovoltaico es aquel que produce energía eléctrica usando el efecto fotovoltaico [20], definido en el numeral 1.5.2 del presente texto , empleando como principal componente los módulos de este tipo, además de equipos eléctricos y electrónicos, los cuales dependen de la aplicación a la que serán destinados.

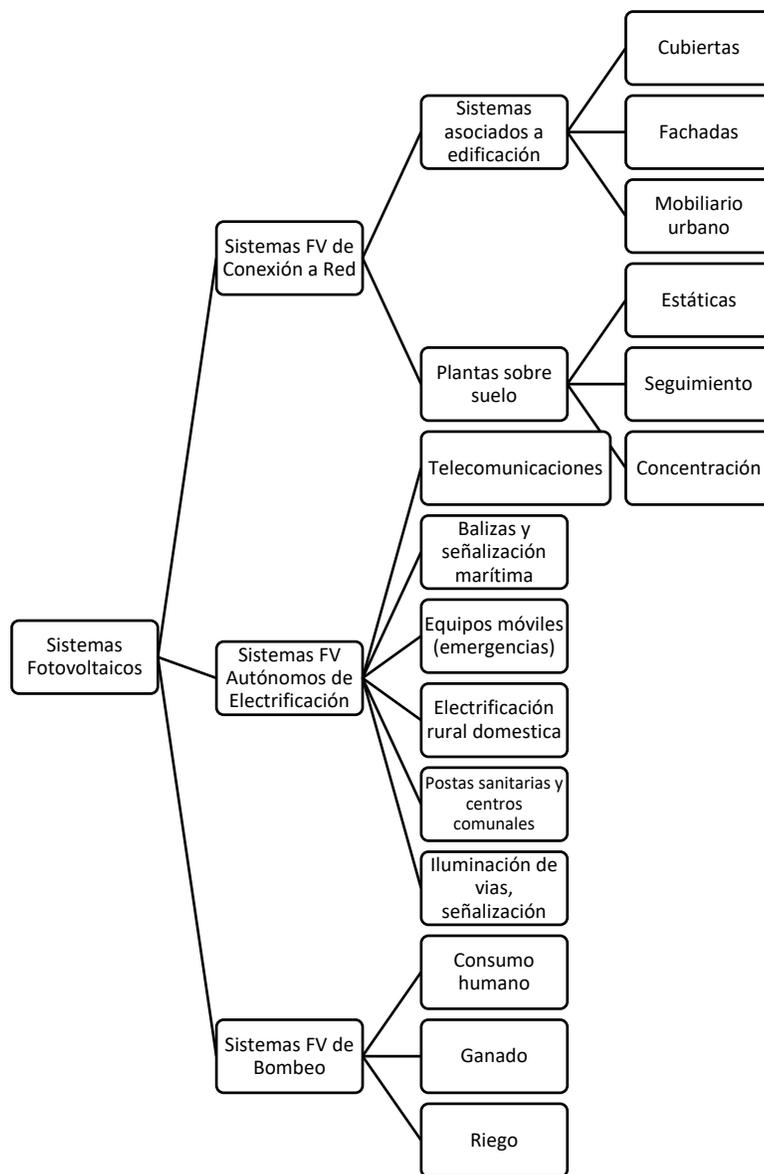


Figura 16. Clasificación de sistemas fotovoltaicos [11].



La aplicación de sistemas fotovoltaicos puede dividirse en tres grupos, los mismos que se expresan en la Figura 16.

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCR) son sistemas que tienen como destino el producir energía eléctrica para ser inyectada a la red convencional [15], [20]. En vista que la producción está destinada a la inyección a la red, el dimensionamiento de cargas eléctricas a satisfacer no es necesario, por consiguiente, el objetivo del diseño será que, la producción anual del sistema sea la máxima posible. El sistema se compone de módulos fotovoltaicos, inversores DC/AC y de un grupo de protecciones eléctricas. Lo mencionado en la presente definición se puede observar en la Figura 17.

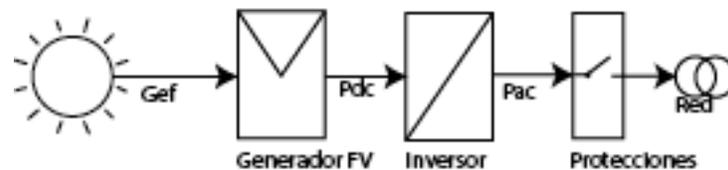


Figura 17. Esquema de un SFCR[20]

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red se dividen en instalados sobre el suelo y ubicados en edificación [15].

1.5.4.1 SFCR sobre el suelo

Los SFCR ubicados sobre el suelo tienen como objetivo la producción de energía eléctrica al menor costo y menor ocupación de tierras. Se subdividen en dos tipos: los sistemas estáticos y los sistemas de seguimiento. Los sistemas estáticos no varían la inclinación ni la orientación del módulo fotovoltaico, mientras que los de seguimiento varían la posición del generador, con el fin de maximizar la radiación efectiva [20].

Las consideraciones de un diseño del tipo SFCR sobre el suelo deben tener presentes los siguientes factores [15]:

- La inversión económica a realizar, relacionando principalmente la potencia y el tipo de seguimiento seleccionado.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- El rendimiento deseado, relacionando la energía producida por el sistema y, por consiguiente, la radiación disponible y el tipo de seguimiento seleccionado.
- La ocupación del terreno, relacionándolo con el tipo de seguimiento seleccionado.

Se debe agregar que, dentro de las referencias mencionadas se señala que, el aprovechamiento del terreno depende del porcentaje de radiación que quedará sombreada por los arreglos cercanos, efecto conocido como sombras mutuas. En otras palabras, mientras mejor sea el método de seguimiento, menos eficiente es su aprovechamiento de terreno, debido a que para un mismo valor de radiación sombreada mayor deberá ser la separación entre estructuras, como resultado los sistemas estáticos serán la opción preferida cuando el terreno es limitado.

1.5.4.2 SFCR en edificación

El diseño de SFCR en edificación resulta ser más complejo que el diseño de sistema ubicado sobre el suelo, debido a que su integración exige considerar diversos factores, condicionando de esta manera el montaje y la configuración de los módulos fotovoltaicos. Es por esto que, la orientación e inclinación de los módulos deberán ser adaptadas a las características propias del edificio, obligando frecuentemente a optar por ángulos diferentes a los óptimos recomendados [20].

Las ventajas de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCR) son [16]:

- Bajos costos de mantenimiento.
- Poco riesgo de avería.
- Beneficios medioambientales.
- Recuperación de la inversión.



2. CAPÍTULO 2 – ANÁLISIS DE PRE-FACTIBILIDAD TÉCNICA

2.1 Evaluación del recurso solar

La evaluación del recurso solar de la zona en estudio se realizó mediante aplicación del software (PVSOL 2017 premium 7.5 DEMO), en un inicio se generaron los datos considerando la ubicación geográfica del lugar, sin embargo, estos no fueron válidos debido a que la herramienta de software contempla las estaciones existentes y genera los datos faltantes usando métodos de interpolación, en este caso tomó los datos existentes de la estación Cañar (-2.55°N, -78.93°E, 3 120 m s. n. m.) y Loja (-4°N, -79.37°E, 1 239 m s. n. m.), obteniéndose parámetros sobredimensionados debido a que en el ATLAS SOLAR, Loja tiene un valor de insolación global promedio de 4975 W.h/m²/día, es decir, los datos resultantes son altos al considerar los datos de nubosidad y temperatura de la zona. Bajo este contexto y para obtener un dimensionamiento más preciso, se contemplan los datos generados únicamente por la estación Cañar y se comparan con los valores obtenidos de las estaciones meteorológicas presentes en la microrred BALZAY y en la central el Descanso perteneciente a ELECAUSTRO S.A en la ciudad de Cuenca con objetivo de su validación.

2.1.1 Radiación promedio diaria en un año típico

La información descrita en el párrafo anterior se procesa obteniendo su curva promedio diaria correspondiente a cada lugar y se procede a la comparación de los resultados obtenidos. A continuación, se presenta la Tabla 3 con los datos señalados y su respectiva comparación gráfica en la Figura 18.

Tabla 3. Tabla comparativa de Radiación promedio diaria en un año típico

| LUGAR | Descanso | Microrred | Cañar |
|-------|------------------|------------------|------------------|
| HORA | W/m ² | W/m ² | W/m ² |
| 4:00 | 0 | 0 | 0 |
| 5:00 | 0.22 | 0.00246479 | 0.00347945 |
| 6:00 | 23.52 | 10.6110974 | 19.0032055 |
| 7:00 | 133.8 | 103.33161 | 164.48474 |
| 8:00 | 283.49 | 263.611162 | 297.805151 |



| | | | |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 9:00 | 437.34 | 434.087911 | 408.993753 |
| 10:00 | 533.98 | 520.140918 | 496.69674 |
| 11:00 | 599.58 | 553.906388 | 509.686521 |
| 12:00 | 606.76 | 575.563822 | 513.138356 |
| 13:00 | 559.55 | 534.742473 | 485.654877 |
| 14:00 | 440.64 | 467.443562 | 435.484685 |
| 15:00 | 302.28 | 334.895918 | 339.441315 |
| 16:00 | 164.67 | 198.571585 | 224.176986 |
| 17:00 | 36.02 | 3.72138017 | 89.3941918 |
| 18:00 | 0.81 | 0.25 | 1.73413699 |
| 19:00 | 0 | 0 | 0 |
| ENERGÍA | 4122.66 | 4000.88029 | 3985.69814 |
| HSP | 4.12266 | 4.00088029 | 3.98569814 |

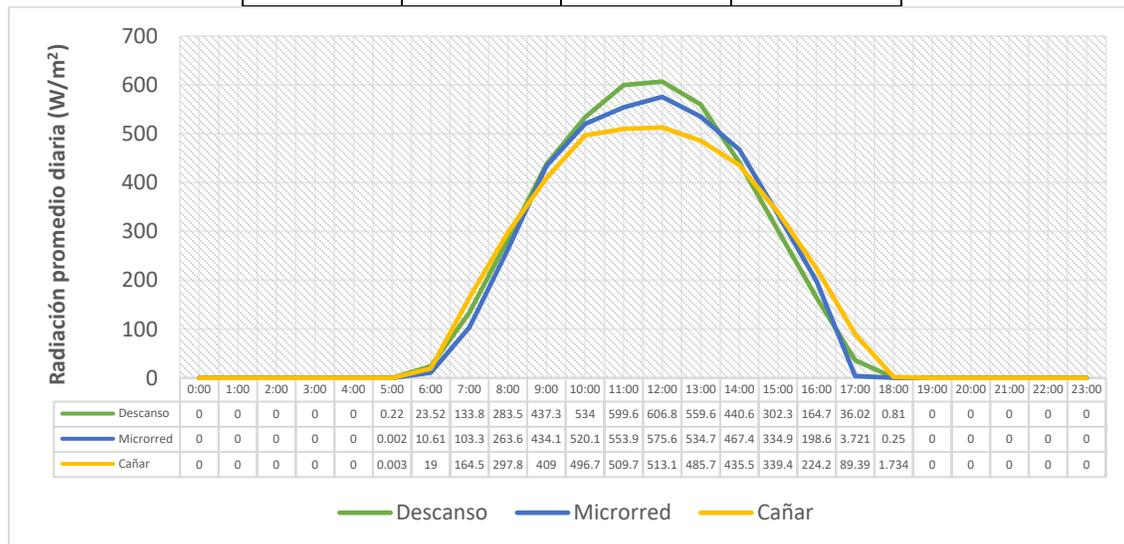


Figura 18. Curva comparativa de Radiación promedio diaria (W/m²)

Por consiguiente, los datos utilizados para realizar los cálculos son los de la estación meteorología Cañar ya que sus valores promedio típicos corresponden al tiempo que indica las instrucciones del software empleado de al menos 5 años, período suficientemente largo para validar los parámetros en análisis.

2.1.2 Variabilidad de densidad de energía diaria (kW.h/m²/día)

A continuación, se detalla los valores correspondientes a la curva promedio diaria seleccionada, presentándolos en la Tabla 4 con su respectiva representación gráfica en la



Figura 19, los datos de variabilidad de la Radiación solar corresponden al recorrido de un año típico.

Tabla 4. Variabilidad de radiación solar (W/m^2) – Estación Cañar
Variabilidad de Radiación Solar Disponible (W/m^2)

| HORARIO | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| 0:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 |
| 6:00 | 11,06 | 5,19 | 6,25 | 9,99 | 12,93 | 11,65 | 7,14 | 60,75 | 20,16 | 49,33 | 60,75 | 22,60 |
| 7:00 | 165,58 | 126,30 | 126,86 | 133,25 | 142,82 | 156,67 | 148,51 | 222,01 | 203,93 | 204,75 | 222,01 | 174,88 |
| 8:00 | 321,17 | 258,09 | 275,06 | 254,54 | 264,28 | 300,89 | 280,66 | 359,01 | 333,69 | 316,80 | 359,01 | 299,77 |
| 9:00 | 452,20 | 378,87 | 351,61 | 343,07 | 373,31 | 421,62 | 412,58 | 492,71 | 446,32 | 402,88 | 492,71 | 415,09 |
| 10:00 | 549,07 | 485,67 | 462,41 | 414,08 | 462,84 | 504,17 | 501,66 | 553,44 | 512,75 | 475,67 | 553,44 | 498,34 |
| 11:00 | 512,58 | 545,01 | 488,69 | 467,07 | 421,85 | 561,10 | 515,16 | 557,27 | 517,37 | 497,69 | 557,27 | 507,04 |
| 12:00 | 515,47 | 475,42 | 494,55 | 456,11 | 420,76 | 549,52 | 512,21 | 555,96 | 523,54 | 541,25 | 555,96 | 526,17 |
| 13:00 | 487,54 | 428,48 | 436,87 | 415,70 | 405,34 | 497,45 | 471,89 | 497,05 | 539,26 | 562,30 | 497,05 | 529,51 |
| 14:00 | 411,21 | 373,01 | 401,64 | 375,63 | 378,00 | 438,53 | 423,99 | 444,80 | 558,73 | 484,60 | 444,80 | 450,48 |
| 15:00 | 324,53 | 284,63 | 346,05 | 285,06 | 299,03 | 349,31 | 329,73 | 356,22 | 417,03 | 343,44 | 356,22 | 338,53 |
| 16:00 | 225,98 | 202,22 | 253,42 | 177,67 | 206,82 | 219,94 | 218,66 | 224,61 | 274,27 | 224,95 | 224,61 | 201,19 |
| 17:00 | 115,03 | 87,88 | 108,55 | 66,10 | 75,08 | 87,11 | 93,32 | 71,04 | 106,51 | 73,25 | 71,04 | 77,32 |
| 18:00 | 4,51 | 3,80 | 4,25 | 0,99 | 0,48 | 0,73 | 1,46 | 0,15 | 1,05 | 0,08 | 0,15 | 1,12 |
| 19:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 20:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 4095,9 | 3654,5 | 3756,2 | 3399,2 | 3463,5 | 4098,7 | 3916,9 | 4395,07 | 4454,6 | 4177,01 | 4395,07 | 4042,03 |

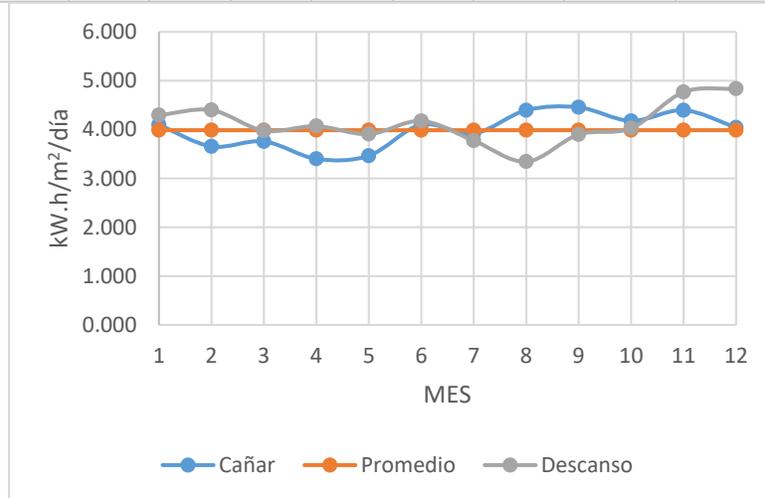


Figura 19. Variabilidad de radiación solar ($kW.h/m^2/día$) durante un año típico.

En los cálculos realizados se considera que la insolación promedio diaria es igual a $3,986 kW.h/m^2$, valor que es cercano al obtenido mediante el uso del Atlas Solar del Ecuador



publicado por el extinto CONELEC, cuyo valor de insolación global promedio es de 4,050 kW.h/m²/día correspondiente a las coordenadas del sitio. La magnitud se puede encontrar al georreferenciar el área comprendida por el CHM y el Atlas Solar del Ecuador (Figura 20).

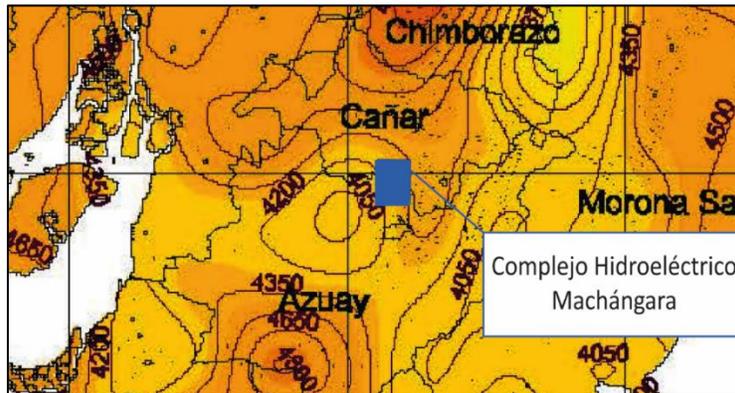


Figura 20. CHM en Atlas Solar del Ecuador [11].

Se debe agregar que, en el CHM se encuentran instaladas las estaciones meteorológicas Chanlud y Labrado, que son monitoreadas por el instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI). Estas estaciones son de tipo climatología ordinaria y sus datos anuales son publicados en los anuarios meteorológicos.

Además, en el anuario meteorológico publicado en el 2017 se encuentran los datos correspondientes al recorrido meteorológico del año 2013[21]. En el cual se indica la presencia de nubosidad en la zona cuya magnitud de medida es octas. Con un valor anual de nubosidad media de 6 octas, se debe recalcar que al ser medida en octas depende del criterio del observador y no son valores numéricos medidos por lo que no se considera el tipo de nube ni la densidad, como consecuencia de este aspecto, los datos no sirven para estimar los valores de radiación difusa (albedo) de la zona.

Por consiguiente, mediante el análisis previamente detallado se demuestra la existencia de recurso solar en la zona a pesar de la existencia de nubosidad; este análisis fundamenta el considerar generadores fotovoltaicos y proceder a la determinación de posibles áreas de generación en el sector correspondiente al CHM.



2.2 Determinación de áreas para implementación de generación fotovoltaica

Para la determinación de áreas propicias para la generación fotovoltaica se recolectó información de la carta geográfica Chiquintad presente en la página oficial del Instituto Geográfico Militar (IGM), además, se usan los datos obtenidos del SIG pertenecientes a la Empresa Eléctrica Centrosur; posteriormente, para lograr la unificación de los datos obtenidos se realiza la combinación de información mediante el uso del programa de Información Geográfica (ArcGis) (Anexo 1). Finalmente, se procede a exportar la información ya combinada al programa Google Earth, para proceder a la navegación usando las imágenes satelitales que contiene el programa. La determinación de áreas para la ubicación de generadores fotovoltaicos se realiza aplicando dicho procedimiento y considerando lo señalado por la norma ecuatoriana para la construcción del año 2011-cap 14 [22], además de los siguientes criterios y consideraciones:

- Presencia del alimentador S-0427 en el sitio.
- Consumidores cercanos.
- Pendiente del terreno moderada.
- Terrenos pertenecientes ELECAUSTRO S.A. como preferencia.
- Terrenos libres de sombra durante las ocho horas centrales todos los días del año analizados mediante proyección de sombras en programa Google Earth.
- Demanda de campamentos de ELECAUSTRO S.A.

De esta manera se obtienen los resultados y se procede a realizar recorridos de reconocimiento y levantamiento GPS (Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24 y Figura 25).

A continuación, se presenta los resultados obtenidos donde cada figura describe lo siguiente:



Figura 21. Mapa de rutas exportado de Google Earth.

Representa la vista panorámica del CHM, en la misma se encuentra a detalle los sectores que atraviesa el alimentador S-0427. Además, se presentan los accesos y ubicación de los sitios mencionados en el numeral 1.4.5.

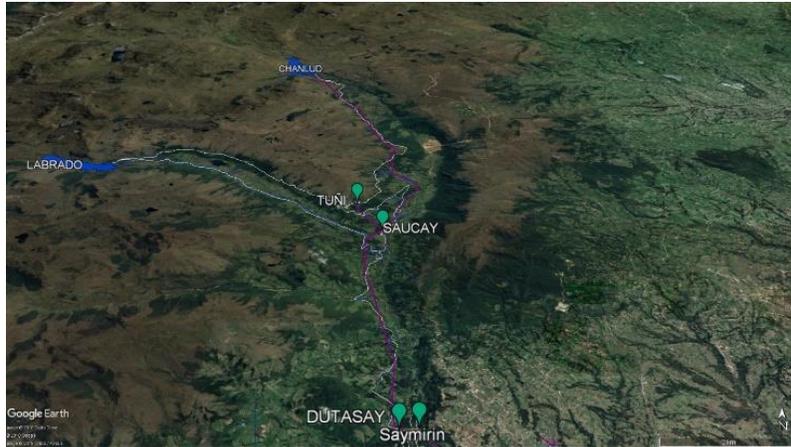


Figura 21. Mapa de rutas exportado de Google Earth.

Figura 22. Zona seleccionada sector SAUCAY-ESCOMBRERA

Representa el levantamiento de puntos mediante el uso de GPS correspondientes a la zona ubicada cerca al sector denominado Saucay área que a la actualidad funciona como depósito de escombros. El área se considera apta para la implementación de generadores fotovoltaicos debido a que cumplen con todas las consideraciones planteadas al inicio del presente numeral.



Figura 22. Zona seleccionada sector SAUCAY-ESCOMBRERA



Figura 23. Zona seleccionada sector SAUCAY-TERRENO

Representa el levantamiento de puntos mediante el uso de GPS correspondientes a la zona ubicada cerca al sector denominado Saucay área que se ubica cerca al campamento y que a la actualidad se encuentra en desuso. El área se considera apta para la implementación de generadores fotovoltaicos debido a que cumplen con todas las consideraciones planteadas al inicio del presente numeral.



Figura 23. Zona seleccionada sector SAUCAY-TERRENO

Figura 24. Zona seleccionada sector LABRADO

Representa el levantamiento de puntos mediante el uso de GPS correspondientes a la zona ubicada cerca al sector llamado Labrado área que se ubica cerca al campamento y que a la actualidad se encuentra en desuso. El área se considera apta para la implementación de generadores fotovoltaicos debido a que cumplen con todas las consideraciones planteadas al inicio del presente numeral.

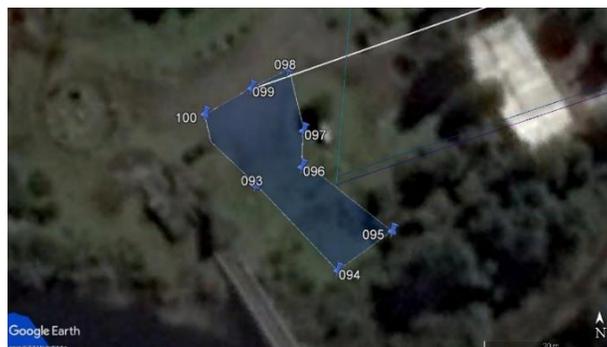


Figura 24. Zona seleccionada sector LABRADO



Figura 25. Zona seleccionada sector DUTASAY

Representa el área correspondiente al techado del campamento ubicado en el sector Dutasay. El área se considera apta para la implementación de generadores fotovoltaicos debido a que cumplen con todas las consideraciones planteadas al inicio del presente numeral.

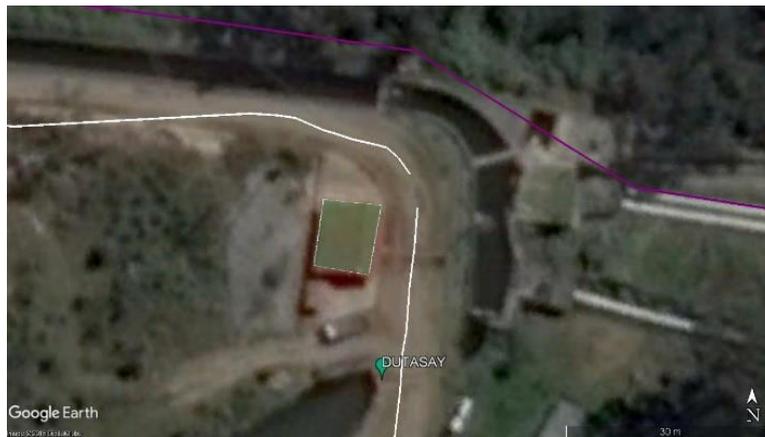


Figura 25. Zona seleccionada sector DUTASAY

Para el estudio además se consideró varias opciones previo al recorrido y levantamiento GPS, opciones que se detallan en la Tabla 5. Así mismo, se resume la causa de rechazo en el caso de las alternativas consideradas como no aptas.

Tabla 5. Detalle de alternativas verificadas.

| Lugar | Red existente | Area m2 | Apto | Observación | Proyecto |
|--------------------------|---------------|---------|------|--|--|
| Saucay escombrera | Trifásico | 2675 | Si | | Diseño sobre suelo |
| Saucay terreno | Trifásico | 1712 | Si | | Diseño sobre suelo |
| Saucay techos – maquinas | Trifásico | | No | Estructura de techo débil | |
| Saucay techos – refugio | Trifásico | | No | Estructura de techo antigua | |
| Saucay patio | Trifásico | 180 | No | Impacto Visual negativo | |
| Saucay hacienda | Trifásico | | No | Pendiente pronunciada, Terreno no pertenece a ELECAUSTRO | |
| Dutasay | Trifásico | 80 | Si | | Diseño sobre techado de caseta |
| Tuñi | Trifásico | | No | Techado antiguo | |
| Chanlud | Trifásico | | No | Infraestructura de techo débil | |
| Saymirin | Trifásico | | No | Presencia de obstáculos en el horizonte. | |
| Labrado | Monofásico | 310 | Si | | Diseño sobre techado en estructura. |



Las alternativas consideradas aptas para la ubicación de paneles fotovoltaicos se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6. Alternativas consideradas aptas.

| Lugar | Red existente | Area m ² | Apto | Proyecto |
|-------------------|---------------|---------------------|------|--|
| Saucay escombrera | Trifásico | 2675 | Si | Diseño sobre suelo |
| Saucay terreno | Trifásico | 1712 | Si | Diseño sobre suelo |
| Dutasay | Trifásico | 62 | Si | Diseño sobre techado de caseta |
| Labrado | Monofásico | 310 | Si | Diseño de estructura tipo galpón para estacionamiento. |

2.3 Orientación e inclinación de los módulos

Los módulos fotovoltaicos, deben tener la orientación e inclinación óptima para aprovechar al máximo la energía solar durante el año.

Con referencia a lo detallado en el libro de diseño de sistemas fotovoltaicos [15], los generadores de este tipo, deberían orientarse hacia el horizonte sur en el hemisferio norte y hacia el horizonte norte en el hemisferio sur. Por otra parte, la orientación de los sistemas que se ubicarán sobre las estructuras existentes deberá ser aquella que permita alcanzar un número máximo de paneles, aprovechando de esta forma el área disponible.

Tomando en cuenta que el Complejo Hidroeléctrico Machángara se encuentra ubicado en latitud 2°45' S y longitud 79°00'O, la orientación de los módulos fotovoltaicos sobre el suelo deberá ser hacia el horizonte norte.

Igualmente para que la inclinación del panel sea adecuada, se debe considerar que el Ecuador está ubicado en la línea ecuatorial por lo que su cenit tiene una variación de 47° como se especifica en [22], referencia que toma en cuenta la Figura 26 para su aclaración.

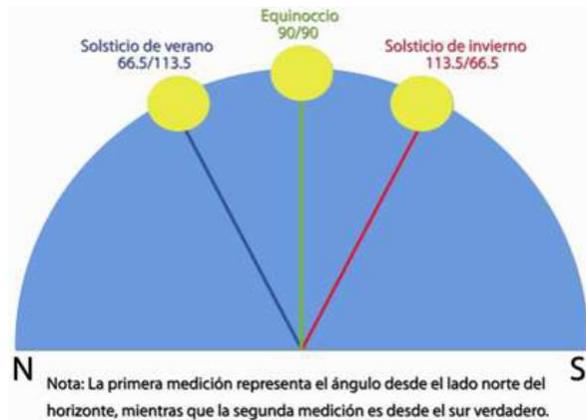


Figura 26. Variación de zenit[22]

Es por ello que el ángulo de inclinación sugerido por la norma ecuatoriana de la construcción es menor a los 15° con respecto al horizonte. Además, la Ecuación 1 detallada en el libro de Energías Renovables en el Ecuador [14] cumple con la sugerencia, por lo que será aplicada para determinar la inclinación de las estructuras proyectadas.

$$\text{Inclinación}(\alpha) = \max\{|\phi| + 10^\circ\} \quad (1)$$

La inclinación de diseño seleccionada es de 12°, cumpliendo así con la Ecuación 1 y con lo sugerido por la norma ecuatoriana de la construcción [22]. Con las mencionadas consideraciones de orientación e inclinación la superficie del panel obtiene energía solar durante al menos 12 horas por día.

2.4 Configuración de arreglos

Para definir la configuración de los arreglos, se procedió a realizar una visita técnica a la central fotovoltaica “LA ERA” que pertenece a la empresa RENOVALOJA S.A debido a que en la actualidad cumple con lo establecido en las regulaciones vigentes dispuestas por la ARCONEL.

La visita se realizó con la finalidad de conocer aspectos técnicos como:

- Espacio entre paneles tanto verticales como horizontales.
- Espacio entre filas y columnas existentes.
- Tipo de estructura



El registro fotográfico de la visita al sector se lo puede encontrar en el Anexo 3.

El área en análisis presenta arreglos conformados por doce paneles distribuidos en dos filas y seis columnas; la distancia entre columnas de paneles es igual a 0.03m, mientras que entre filas de paneles es 0 m.

En relación a las distancias entre arreglos, se tiene que la separación entre filas es de 1 m, así mismo el espacio entre columnas es igual a 15 cm; se debe agregar que en promedio cada seis columnas existen separaciones de 0.9 m que sirven como acceso para el mantenimiento y limpieza de equipos.

Para la distribución de los arreglos sobre el terreno se considera lo detallado en el párrafo anterior estableciendo que la separación entre filas debe ser de 1.2 m; la separación entre columnas deberá ser de 0.15 m. Además de contar con separaciones intermedias de 0.9m entre columnas para facilitar el acceso al personal de mantenimiento Figura 27.

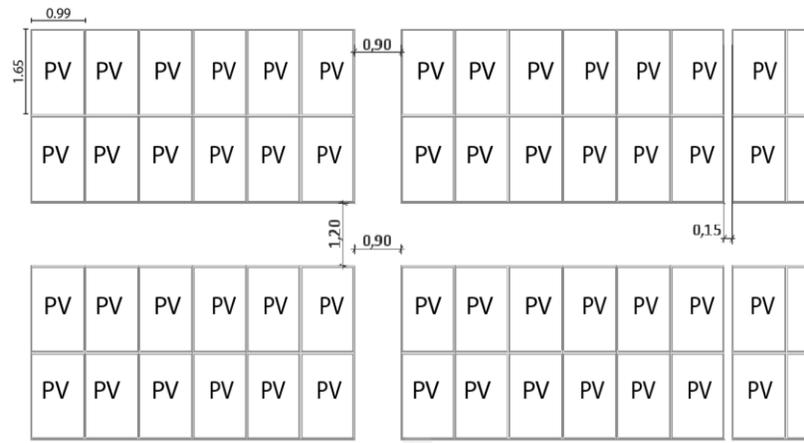


Figura 27. Dimensiones propuestas en arreglo de paneles fotovoltaicos

2.5 Selección de paneles fotovoltaicos

Retomando lo mencionado en el numeral 1.5.4 del presente documento, los paneles son parte fundamental del SFCR debido a que es el elemento por el cual la energía solar se transforma en energía eléctrica, por lo tanto, su selección debe realizarse mediante consideraciones técnicas que garanticen el correcto funcionamiento de la central durante su vida útil.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Existen una gran cantidad de empresas que ofertan diferentes modelos de paneles solares con variedad de tecnologías y capacidades, el proyectista en base a su experiencia y accesibilidad al producto deberá definir los modelos más óptimos para ser empleados en el diseño.

Los modelos a utilizarse en el proyecto se establecen considerando especificaciones técnicas similares a los paneles fotovoltaicos existentes en la microrred Balzay (Anexo 2), deberán pertenecer a empresas de diferentes procedencias y cumplir con las siguientes normas establecidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE-INEN-IEC-61215 “MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV) DE SILICIO CRISTALINO PARA USO TERRESTRE. CUALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y HOMOLOGACIÓN” [23] y NTE-INEN-IEC-61730 “CUALIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV)” [24], [25], estas normativas son adoptadas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y corresponden a las normas IEC-61215 e IEC-61730 respectivamente.

Tomando en cuenta las consideraciones técnicas detalladas en el párrafo anterior se procede a la selección de los paneles considerando varias empresas cuya procedencia es china, japonesa, alemana y canadiense. Sus características principales se muestran en la Tabla 7 y sus hojas técnicas se encuentran en Anexo 6.



Tabla 7. Características de paneles solares seleccionados.

| Procedencia | China | Japón | Alemania | Canadá | Canadá |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Modelo | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| Codificación | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Tecnología | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| Potencia Pico del Panel (CEM) | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| Intensidad de Corto Circuito (Icc) | 8.81 | 9.09 | 9.05 | 9.83 | 8.99 |
| Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 37.6 | 36.9 | 37.7 | 39.7 | 37.8 |
| Tensión en Pto. Máxima Potencia | 30.4 | 29.8 | 30.8 | 32.5 | 30.7 |
| Intensidad en Pto. Máxima Potencia | 8.23 | 8.39 | 8.45 | 9.24 | 8.48 |
| Tensión Máxima del sistema o aislamiento (Vmax) | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Coef. Temperatura Voc | -0.32 | -0.36 | -0.31 | -0.29 | -0.35 |
| Temperatura normal de operación Tnoc | 45 | 45 | 45 | 42 | 45 |
| Longitud del Panel | 1650 | 1662 | 1650 | 1650 | 1638 |
| Ancho del Panel | 992 | 990 | 991 | 992 | 982 |
| Eficiencia | 15.27 | 15.19 | 15.90 | 18.33 | 16.16 |

Se debe mencionar que, con fines de plantear una comparación entre tecnologías y capacidades, se seleccionaron paneles monocristalinos de diferente capacidad de origen canadiense.

2.6 Selección de inversores

Basándose en [15], [26], el inversor es el elemento encargado de transformar la corriente continua proveniente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, permitiendo de esta forma la conexión a la red eléctrica.

Los inversores pueden ser clasificados en tres grupos generales: Inversor Central, Inversor distribuido y micro inversor. Así pues, según su capacidad, el inversor central está orientado a un conjunto de ramas o a todo el sistema fotovoltaico, el inversor distribuido a una rama de todo el sistema fotovoltaico y el micro inversor es el inversor con módulo integrado, es decir, se dedica a la conversión de la tensión continua en alterna de un solo panel solar.

Para el uso de cada uno de los grupos de inversores explicados anteriormente, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1. El inversor central es recomendado para sistemas fotovoltaicos de medio a gran tamaño, debido a que permiten reducir costos en rubros de adquisición y mano de obra para su instalación y mantenimiento [15]. Sin embargo, a pesar de que son equipos de gran rendimiento, se verán afectados por la existencia de sombras, del mismo modo, la fiabilidad en su instalación se encontrará limitada por el hecho de que el sistema fotovoltaico estará comprometido en caso de falla. [26]
2. El uso de inversor distribuido es útil en sistemas arquitectónicos debido a la facilidad que tiene de adaptarse a condiciones de funcionamiento con configuraciones distintas [15]. También se debe considerar que el uso de este tipo de inversores en sistemas fotovoltaicos de grandes dimensiones permite aumentar la eficiencia del sistema debido a la adaptación individual al punto de máxima potencia, así mismo, la fiabilidad se verá aumentada pues en caso de avería en una fila el restante seguirá entregando energía a la red [26].
3. Los micro inversores deberán ser usados únicamente en sistemas pequeños, aplicaciones domésticas de baja potencia o con fines demostrativos [15], debido a su elevado costo de implementación y baja eficiencia [26].

Es fundamental mantener armonía entre inversores y la potencia del sistema fotovoltaico. Así, por ejemplo, si se trata de dimensionar una planta de 1 MW se deberían colocar 10 inversores de 100 kW o 4 de 250 kW, más no 200 de 5 kW [15].

Acorde a lo mencionado en los párrafos anteriores, no es aconsejable el uso de bancos de inversores monofásicos conectados en red trifásica, porque si en algún momento se presentaran fallas de operación en uno de los inversores, esto producirá desequilibrio en la red derivando en problemas de operatividad [27].

Para la selección de los inversores se considerará la potencia de los diferentes proyectos (SAUCAY-ESCOMBRERA, SAUCAY TERRENO, DUTASAY, LABRADO), los mismos que serán dimensionados mediante el uso de paneles de potencia pico igual a 250 W. La potencia de



los inversores deberá estar comprendida entre 0.7 y 1.2 de la potencia pico del arreglo de paneles seleccionados [27], [28].

Finalmente, considerando que existen una gran cantidad de empresas fabricantes de inversores se ha procedido a seleccionar modelos similares a los que se encuentran en el “Parque Fotovoltaico La Era”, es así que mediante el catálogo de inversores ABB se eligen equipos que cumplan con los requerimientos del proyecto y el tipo de red existente en las áreas determinadas en el numeral 2.2.

En la Tabla 8 se detallan las particularidades de los equipos seleccionados y en el Anexo 7 sus características técnicas.

Tabla 8. Características de inversores seleccionados.

| Tipo | Distribuido-1F | Distribuido-3F | Distribuido-3F | Central |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Modelo | UNO-DM-5.0-TL-PLUS | TRIO-5.8-TL-OUTD | TRIO-50-TL-OUTD | PVI-110.0-TL |
| Potencia CC máxima (W) | 5150 | 6050 | 52000 | 122000 |
| Intensidad Máxima CC (A) | 38 | 24 | 108 | 246 |
| Tensión Mínima CC (V) | 200 | 200 | 300 | 485 |
| Tensión Máxima CC (V) | 600 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Tensión Mínima Regulación Pmp (V) | 145 | 320 | 480 | 485 |
| Tensión Máxima Regulación Pmp (V) | 530 | 800 | 800 | 800 |

Es necesario destacar que, considerando las características de área disponible y ramal del alimentador presente en el sitio de los proyectos a diseñarse, se han seleccionado inversores de potencias iguales a 5kW-monofasico, 5.8kW-trifasico, 50kW-trifasico y 110kW –trifásico este último está conformado por dos módulos de 55kW.

2.7 Asociación módulo-inversor

Para que los equipos trabajen correctamente, es necesario combinar sus especificaciones técnicas acoplándolas a la realidad donde serán implementados, para lograr la combinación



mencionada es preciso basarse en lo especificado en [26], [28]–[30] donde se explica el proceso y la metodología de creación de plantas solares conectadas a la red.

A continuación, se detalla el procedimiento empleado para combinar los paneles seleccionados con los diferentes inversores, esta combinación se fundamenta en las especificaciones técnicas detalladas en Tabla 7 y Tabla 8. Los resultados de todas las combinaciones se muestran en las tablas en el Anexo 8. Se debe aclarar que las combinaciones son combinaciones técnicas que no corresponden a un sector en específico.

2.7.1 Restricción de potencia

La restricción de potencia es una de las características más importantes de los inversores a tomarse en cuenta, porque relacionan la potencia máxima del inversor con la potencia del módulo dando como resultado el número máximo de paneles que podrían asociarse al inversor, sin embargo, el resultado se lo debe considerar como un primer estimado ya que no toma en cuenta arreglos en serie o en paralelo de paneles fotovoltaicos.

$$N^{\circ}_{\text{máx Paneles}} = \text{int} \left[\frac{P_{cc \text{ max inversor}}}{P_p \text{ módulo } FV} \right] \quad (2)$$

2.7.2 Limitación de corriente

La corriente que ingresa al inversor varía según el número de ramas del circuito conectadas en paralelo. El limitante de la corriente está impuesto por la corriente máxima que puede ingresar al inversor denominada corriente de corto circuito ($I_{cc \text{ máx inversor}}$). Por lo tanto, la división entre la corriente de cortocircuito del inversor y la corriente en punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico ($I_{pmp \text{ módulo } FV}$) dará como resultado el número de ramas en paralelo que pueden conectarse al inversor.

$$N^{\circ}_{\text{máx ramas en paralelo}} \leq \text{int} \left[\frac{I_{cc \text{ max inversor}}}{I_{pmp \text{ módulo } FV}} \right] \quad (3)$$



2.7.3 Limitación de tensión

Los inversores seleccionados poseen la característica de seguimiento de punto de máxima potencia (PMP) o Maximum Power Point Tracking (MPPT), con el fin de garantizar el máximo rendimiento del sistema fotovoltaico, sin embargo, este seguimiento se da dentro de un rango de voltaje especificado en las características técnicas del equipo.

En consecuencia, la limitación de tensión de un inversor con (PMP) debe ser establecido considerando la tensión de los módulos fotovoltaicos conectados en serie, además se debe tener en cuenta que la tensión del módulo fotovoltaico no es constante, su valor es inversamente proporcional a la temperatura de la célula (T_c) [31], en la Figura 28, se puede observar la curva de variación de parámetros con respecto a la temperatura de la célula (T_c) del panel solar modelo JKM250P-60. De la figura es importante observar que a mayor temperatura de operación se obtiene menor potencia entregada por el módulo fotovoltaico debido al descenso de voltaje y el aumento de corriente.

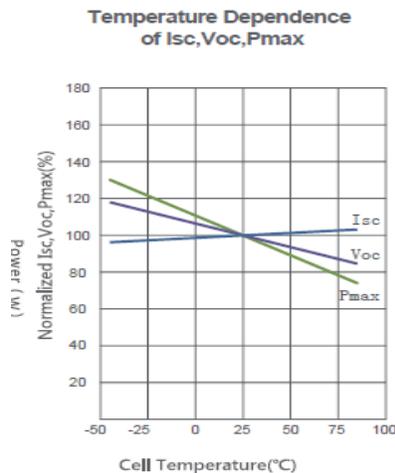


Figura 28. Variación de parámetros en función a temperatura panel solar modelo JKM250P-60.

Se deben realizar cálculos con el fin de determinar los límites de tensión en función a los valores de mínima y máxima temperatura diurna en el área considerada como apta. Aclarando que el horario diurno comprende de 6h00 a 18h00 del día, con lo cual el dimensionamiento se realizará mediante el uso de los datos meteorológicos exportados de la estación cañar pertenecientes a la base de datos de la herramienta de software (PVSOL



2017 premium 7.5 DEMO) y son presentados en el Anexo 13. A continuación, en la Tabla 9 se presentan los datos resumen correspondientes al comportamiento anual de la temperatura registrada en el recorrido de un año típico.

Tabla 9. Datos meteorológicos correspondientes a estación Cañar

| DATOS METEOROLÓGICOS | | | |
|----------------------|------------|----------|----------|
| | Temp promd | Temp máx | Temp min |
| Enero | 12.68 | 20.88 | 6.96 |
| Febrero | 12.52 | 21.20 | 6.49 |
| Marzo | 12.38 | 19.22 | 7.6 |
| Abril | 12.21 | 20.52 | 7.6 |
| Mayo | 12.37 | 19.88 | 8 |
| Junio | 11.51 | 19.27 | 6.72 |
| Julio | 11.65 | 20.00 | 6.21 |
| Agosto | 11.69 | 20.53 | 6.21 |
| Septiembre | 11.92 | 19.78 | 7.15 |
| Octubre | 12.79 | 22.36 | 8.26 |
| Noviembre | 12.59 | 21.10 | 7.72 |
| Diciembre | 12.81 | 21.16 | 7.32 |

Mediante la información de la Tabla 9, se determinan a continuación los valores con mayor relevancia:

- Temperatura máxima registrada en horario diurno: $T_{amb\ máx}=22.36^{\circ}C$
- Temperatura mínima registrada en horario diurno: $T_{amb\ min}=6.49^{\circ}C$

Luego de establecer los valores de temperatura ambiente con mayor preeminencia, se procede a determinar la temperatura de trabajo de la célula fotovoltaica (T_c) empleando la Ecuación 4 [16], [32].

$$T_c = T_{amb} + \frac{TONC - 20}{800} G \tag{4}$$

Donde:

- T_c es la temperatura de la célula.
- T_{amb} es la temperatura ambiente.
- TONC es la temperatura nominal de operación.



- G es la irradiación global incidente en la superficie del módulo fotovoltaico.

Luego de aplicar la ecuación 4, a los parámetros indicados en la Tabla 7 donde se indican los datos de los paneles fotovoltaicos seleccionados, se obtienen los siguientes resultados:

- **Temperatura de trabajo máxima de la célula del panel fotovoltaico**

$$T_{c \text{ máx}} = T_{amb \text{ máx}} + \frac{TONC - 20}{800} G$$

- **Temperatura de trabajo mínima de la célula del panel fotovoltaico**

$$T_{c \text{ mín}} = T_{amb \text{ mín}} + \frac{TONC - 20}{800} G$$

Así mismo, se debe aclarar que existe la posibilidad de que la temperatura de los paneles disminuya hasta la temperatura ambiente mínima registrada, por lo que se tomará dicho valor como uno de los valores extremos del rango al que se debe ubicar la temperatura de trabajo de la célula. El rango de temperatura de trabajo de la célula es el siguiente:

$$6.49 [^{\circ}C] \leq T_c \leq 53.61 [^{\circ}C]$$

Luego de haber establecido los límites en los que varía la temperatura, se procede a analizar el efecto que produce sobre el voltaje mediante el uso del coeficiente de temperatura a circuito abierto (β) cuyo valor puede ser determinado aplicando la ecuación 5.

$$\beta = \frac{V_{oc} \times Coef_{Temp \ oc}}{100} \quad (5)$$

Donde:

V_{oc} : es el voltaje de circuito abierto en condiciones estándar

$Coef_{Temp \ oc}$: es el coeficiente de temperatura de circuito abierto en [%/ $^{\circ}C$]

Luego de haber determinado el valor del coeficiente de temperatura a circuito abierto (β) se procede a determinar los valores de tensión corregidos a partir de los valores en



condiciones estándar (CEM²) o Estándar Test Conditions (STC), esta determinación se realizará después de establecer las ecuaciones empleadas en el estudio realizado en [31], su ecuación principal se muestra a continuación:

$$E_g(T) = E_g(300K) + \frac{dE_g}{dT} (T - 300k) \quad (6)$$

Mediante esta ecuación y basándose en lo señalado por la norma IEC-60891 [33], se establece que para el cálculo del voltaje de circuito abierto se usa la Ecuación 7.

$$V_{oc}(T) = V_{ocSTC} + mv_t \ln\left(\frac{G}{G^*}\right) + \frac{dV_{oc}}{dT} (T_c - T_c^*) \quad (7)$$

Donde:

$E_g(T)$: es la Energía del Gap, energía que separa la banda de conducción de la banda de valencia, disminuye con el aumento de temperatura.

V_{ocSTC} : es el voltaje de circuito abierto en condiciones estándar

v_t : es el potencial térmico del diodo, es función de la constante de boltzman ($1,38 \times 10^{-23} \frac{J}{\circ K}$) la carga del electrón $1,6 \times 10^{-19} C$ y la temperatura absoluta del diodo (300 °K regularmente para el silicio) lo que da como resultado valores similares a 25 mV.

m : es el factor de idealidad del diodo valor típico para el silicio es 1

G : es la irradiación global incidente en la superficie del módulo

$\frac{dV_{oc}}{dT}$: es el coeficiente de temperatura a circuito abierto

G^* : es la irradiación global incidente en condiciones estándar $1000W/m^2$

T_c es la temperatura de trabajo de la célula

T_c^* es la temperatura de trabajo de la célula en condiciones estándar $25^\circ C$

Por lo tanto, considerando que:

$$\beta = \frac{dV_{oc}}{dT}$$

²² Condiciones estándar de medida ($1000 W/m^2$, 1,5 masa de aire, $25^\circ C$) [29]



Se obtiene la función lineal:

$$V_{oc}(T) = V_{oc\ STC} + \beta(T_c - 25) \quad (8)$$

Finalmente, se determinarán los valores límites de tensión mediante el uso de la ecuación 8, a través del análisis de voltaje para los siguientes casos:

Determinación de tensión máxima

- Voltaje máximo de circuito abierto, se da al extremo inferior del rango de temperatura de trabajo de la célula.
- Voltaje máximo en el punto de máxima potencia, se da al extremo inferior del rango de temperatura de trabajo de la célula.

Determinación de tensión mínima

- Voltaje mínimo de circuito abierto, se da al extremo superior del rango de temperatura de trabajo de la célula.
- Voltaje mínimo en el punto de máxima potencia, se da al extremo superior del rango de temperatura de trabajo de la célula.

Al analizarse los casos planteados, se obtienen los siguientes resultados:

1. Voltaje máximo de circuito abierto

$$V_{oc\ máx}(T) = V_{oc\ STC} + \beta(T_{amb\ min} - 25)$$

2. Voltaje máximo en el punto de máxima potencia

$$V_{PMP\ máx}(T) = V_{PMP} + \beta(T_{amb\ min} - 25)$$

3. Voltaje mínimo de circuito abierto

$$V_{oc\ min}(T) = V_{oc\ STC} + \beta(T_{c\ max} - 25)$$

4. Voltaje mínimo en el punto de máxima potencia

$$V_{PMP\ min}(T) = V_{PMP} + \beta(T_{c\ max} - 25)$$

Ahora bien, luego de haber obtenido los valores límites de tensión del módulo fotovoltaico se debe proceder a determinar el rango de paneles en serie [29].



2.7.4 Determinación de número de paneles en serie

Para determinar el límite de paneles que podrán ser conectados en serie se emplearán los límites de tensión analizados en el numeral 2.7.3 del presente documento.

2.7.4.1 Número máximo de paneles en serie

Según se detalla en [29], las temperaturas bajas causan la elevación en la tensión de circuito abierto, por lo que si no se limita el número de paneles solares conectados en serie a la entrada del inversor, la elevación de tensión podría causar serios daños en el mismo. Por lo tanto, su cantidad máxima viene dada por la ecuación 9.

$$N_s = \text{int} \left[\frac{V_{DC \text{ inversor}}}{V_{\text{módulo}}} \right] \quad (9)$$

Adaptando la ecuación 9, a los requerimientos y análisis de todas las opciones dispuestas para el diseño, se determina que para el análisis del número máximo de módulos conectados en serie es necesario considerar las relaciones: voltaje máximo admisible por el inversor- voltaje máximo de cortocircuito, voltaje máximo de punto de máxima potencia del inversor – voltaje de punto de máxima potencia del módulo y voltaje máximo de arreglo del módulo-voltaje máximo de corto circuito. De lo mencionado se obtiene lo siguiente:

- $N_s \leq \text{int} \left[\frac{V_{DC \text{ máx,inv}}}{V_{oc \text{ máx,mod}}} \right]$
- $N_s \leq \text{int} \left[\frac{V_{MPPT \text{ máx inv}}}{V_{MPPT \text{ máx,mod}}} \right]$
- $N_s \leq \text{int} \left[\frac{V_{ISO \text{ mod}}}{V_{oc \text{ máx,mod}}} \right]$

Por lo tanto, el número máximo de paneles conectados en serie debe ser el menor de ellos.

2.7.4.2 Número mínimo de paneles en serie

Por otra parte, la elevación de temperatura provoca que el voltaje de circuito abierto del panel fotovoltaico disminuya, esto ocasiona que la tensión de la cadena llegue a caer por debajo de los rangos aceptados por el seguidor MPPT, deje de entregar su máxima potencia



o en el peor de los casos se desconecte, por esta razón el diseño deberá garantizar que la cantidad de módulos conectados en serie eviten esta situación. [29]

Para determinar el número mínimo de paneles en serie se deberá usar la ecuación 9 considerando que el inversor cuenta con parámetros de tensión mínima DC a su entrada y la tensión mínima del rango del seguidor de punto de máxima potencia[30], por lo que se deberá realizar su análisis con los parámetros correspondientes del módulo a usarse, es decir el tensión mínima a circuito abierto y tensión mínima en el punto de máxima potencia determinados en el numeral 2.7.3.

- **Tensión mínima DC a la entrada del inversor- tensión mínima a circuito abierto del módulo**

$$N_s \geq \left[\frac{V_{DC \text{ min, inversor}}}{V_{oc \text{ min, mod}}} \right]$$

- **Tensión mínima del seguidor de punto de máxima potencia- tensión mínima en el punto de máxima potencia**

$$N_s \geq \left[\frac{V_{MPPT \text{ min, inversor}}}{V_{oc \text{ min, mod}}} \right]$$

Del análisis resultan dos valores diferentes, por lo que se debe limitar al mayor de los mismos y redondear al inmediato superior.

Se debe recordar que los resultados de todas las combinaciones se muestran en el Anexo 8. Las combinaciones representan la combinación de parámetros técnicos y serán utilizadas para el diseño técnico a nivel de pre-factibilidad para cada sector.

2.8 Diseño técnico a nivel de pre-factibilidad de instalaciones fotovoltaicos

Para la determinación de la pre-factibilidad técnica se debe considerar la correcta selección de equipos y su configuración módulo – inversor, por esta razón se tomarán los resultados obtenidos en numeral 2.7 del presente capítulo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para cumplir eficazmente con lo mencionado, es importante señalar que el diseño deberá ser sobre el suelo en los lugares seleccionados del sector de Saucay ($2^{\circ}45'17''S$, $79^{\circ}0'49''O$), mientras que para los sectores de Dutasay ($2^{\circ}47'59.79''S$, $79^{\circ}0'37.51''O$), el diseño será la proyección de módulos sobre el techo de la caseta presente en el lugar y para el sector de Labrado ($2^{\circ}43'44.7''S$, $79^{\circ}04'21.8''O$), el diseño debe constar de la proyección de la estructura tipo estacionamiento con los módulos sobre su superficie.

2.8.1 Diseño técnico sector SAUCAY-ESCOMBRERA ($2^{\circ}45'14''S$, $79^{\circ}0'47.43''O$)

El primer diseño a realizarse, está ubicado en el sector Saucay, lugar que actualmente sirve como escombrera para ELECAUSTRO S.A. su ubicación se puede observar en Figura 22.

2.8.1.1 Área disponible para emplazamiento

El área seleccionada para la implementación de módulos fotovoltaicos comprende 2675 m^2 , sin embargo, dentro del área se ubica la red de media tensión del alimentador S-0427 perteneciente a la distribuidora local, por lo tanto, se decide no incluir el área correspondiente a la ocupación del alimentador. Finalmente se determina que el valor de área ocupada por el alimentador es de 262 m^2 obteniendo de esta manera el área disponible equivalente a 2413 m^2 .

2.8.1.2 Estimación de número de paneles o arreglos en el lugar

El procedimiento para la estimación del número de paneles o arreglos en un lugar mediante el uso de la magnitud ROT (Ratio de ocupación del terreno) se encuentra detallado en el libro de Diseño de Sistemas fotovoltaicos [15].

La estimación establece a manera de ejemplo la dimensión de los paneles existentes en la microrred de Balzay en la Universidad de Cuenca, cuyas medidas son $1.6036 \text{ m} \times 0.992 \text{ m}$. Considerando arreglos de dos paneles verticales y seis paneles horizontales se procede a determinar la distancia entre ellos para disminuir la existencia de sombras mutuas. Para lograr esta estimación se aplican las siguientes ecuaciones:



$$d = \frac{h}{\tan(61 - |\varnothing|)} \quad (10)$$

Donde:

h = altura del arreglo

\varnothing = latitud del sector

$$h = L \sin(\beta) \quad (11)$$

Donde:

L = distancia vertical total del arreglo

β = ángulo de inclinación del arreglo

$$ROT = \frac{d + L \cos(\beta)}{L} \quad (12)$$

Donde:

ROT= ratio de ocupación del terreno

Finalmente, se define el número aproximado de arreglos que puede ocuparse en el área seleccionada con la siguiente ecuación.

$$Arreglos = \frac{At}{Ag * N * ROT} \quad (13)$$

Donde:

At= Área total del terreno

Ag= Área del generador

Aplicando las ecuaciones previamente descritas, se obtiene

Datos:

L= 3.2072 m; $\varnothing = 2^\circ$; $\beta = 12^\circ$; At=2413 m²; Ag=(1.036x0.992) m²=1.027712 m²

N=12 número de paneles por arreglo

$$h = L \sin(\beta) = 0.6681 \text{ m}$$

$$d = \frac{h}{\tan(61 - |\varnothing|)} = 0.4 \text{ m}$$



$$ROT = \frac{d + L \cos(\beta)}{L} = 1.10$$

Considerando que los arreglos, tienen espacios verticales, entre filas, entre columnas y horizontales, para poder hacer el mantenimiento se toma un valor de ROT equivalente a 2.

$$Arreglos = \frac{At}{Ag * N * ROT} = 97$$

Por lo tanto, la potencia pico aproximada que se puede emplazar en el área mediante arreglos de tipo estáticos con doce paneles de 250Wp cada uno, deberá ser menor o igual a 291 kWp.

Debe señalarse que de lo aseverado en [15], el ROT estimado para módulos con tecnología de seguidor en un eje es igual a 4 y para tecnologías de seguidor en doble eje es de 6 a causa del aumento de sombras mutuas entre arreglos. Por consiguiente, el número de arreglos para las tecnologías reduce a la mitad y a la tercera parte respectivamente con referencia a la cantidad de arreglos previamente determinado para la tecnología estática.

En conclusión, la estimación del número de arreglos con los que se puede ocupar el terreno para cada tecnología, se realizó mediante el uso de valores de ROT iguales a 2 para tecnología estática, 4 para seguimiento en un solo eje y 6 para seguimiento en doble eje. Suministrando como resultado un número de 97 arreglos para tecnología estática, 48 arreglos para seguidores de un eje, y 32 arreglos para seguidores de doble eje. Finalmente se dispone que la tecnología a usarse es de tipo estática, debido a que de esta manera se aprovecha el máximo del área disponible en el terreno.

2.8.1.3 Distribución de arreglos sobre el terreno

Tomando en cuenta la configuración de los arreglos detallados en 2.4, se procede a distribuir los mismos sobre el terreno, considerando la topología del lugar y los sectores por los que pasa el alimentador S-0427 dentro del área. En el Anexo 4, se presenta el plano de planta con esta distribución.



En resumen, en el sector de Saucay, en el espacio conocido como escombrera, se puede emplazar 81 arreglos de 12 paneles cada uno; considerando que cada uno está formado por paneles cuya potencia es de 250Wp se obtiene como resultado que en el área la potencia pico instalada es aproximado a 243 kWp, siendo la capacidad máxima instalada menor a los 291 kWp estimados anteriormente, es decir que, la capacidad que se puede colocar en el sitio equivale al 83 % de la primera estimación numérica.

Se debe agregar que la reducción con lo estimado se debe a la división de terrazas existentes en la zona, lo que resulta en dejar espacios entre la división de los desniveles, afectando de esta forma a un aproximado de diez arreglos que no se podrán ubicar en el sector.

2.8.1.4 Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada

Para dimensionar los equipos a instalarse y el total de potencia pico instalada se deberá ocupar las configuraciones módulo-inversor detalladas en el numeral 2.7 del presente documento, así mismo, se deberá tomar en cuenta que el número máximo de paneles a instalarse en el sector Saucay-Escombrera estará determinado en el numeral 2.8.1.3 mediante el cual se distribuyen los arreglos sobre el área delimitada. Por lo tanto, las combinaciones serie-paralelo deberán tener un número de arreglos no mayor a 81 y considerando que cada arreglo contiene un número de paneles igual a 12 se obtiene que la cantidad de paneles solares a instalarse no podrá ser mayor a 972.

Tomando en cuenta las consideraciones, se procederá a determinar el número de inversores necesarios y el número de paneles asociados a cada uno, para cumplir con este objetivo se deberá analizar 10 de las 20 combinaciones detalladas en el numeral 2.7 y cuyos resultados se presentan en el Anexo 8. Las 10 combinaciones descartadas serán aquellas pertenecientes a los inversores UNO-DM-5.0-TL-PLUS y TRIO-5.8-TL-OUTD con capacidades de 5 kW y 5.8 kW debido a que como se detalló en el numeral 2.6 el dimensionamiento de los inversores deberá estar en acuerdo con la capacidad a instalarse en el sistema fotovoltaico.



En el Anexo 9, se presenta el análisis de cada combinación junto a su respectiva asignación con el inversor, la primera tabla de este anexo representa la potencia de cada arreglo de paneles, la segunda tabla muestra el número de paneles total de cada arreglo, y la tercera tabla determina el porcentaje al que se encuentra dimensionado el inversor en cada caso. Para el cálculo de la cantidad de inversores a instalarse, se dividió los 972 paneles para el número máximo de paneles por cada inversor, por lo tanto, para el caso del inversor TRIO-50-TL-OUTD la cantidad de inversores seleccionado será igual a 5, mientras que para el caso del inversor PVI-110.0-TL, la cantidad de inversores deberá ser igual a 2. Finalmente, se presentan tablas resumen con la codificación de los paneles seleccionados, la configuración utilizada para cada combinación panel-inversor (Tabla 10) y la potencia pico de los paneles instalada con el porcentaje de uso de los inversores para cada caso (Tabla 11).

Tabla 10. Configuración inversor-panel seleccionada

| Inversor | Panel | # Paneles en serie/inversor | # Paneles en paralelo/inversor | Número de inversores | Total Paneles |
|-----------------|-------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|
| TRIO-50-TL-OUTD | P1 | 24 | 8 | 5 | 960 |
| | P2 | 24 | 8 | 5 | 960 |
| | P3 | 24 | 8 | 5 | 960 |
| | P4 | 19 | 10 | 5 | 950 |
| | P5 | 19 | 10 | 5 | 950 |
| PVI-110.0-TL | P1 | 18 | 27 | 2 | 972 |
| | P2 | 22 | 22 | 2 | 968 |
| | P3 | 18 | 27 | 2 | 972 |
| | P4 | 22 | 19 | 2 | 836 |
| | P5 | 22 | 21 | 2 | 924 |

Tabla 11. Potencia pico instalada y uso del inversor

| Inversor | Panel | Potencia Pico paneles(kWp) | Uso del Inversor % |
|-----------------|-------|----------------------------|--------------------|
| TRIO-50-TL-OUTD | P1 | 240 | 92.31 |
| | P2 | 240 | 92.31 |
| | P3 | 249.6 | 96.00 |
| | P4 | 285 | 109.62 |
| | P5 | 247 | 95.00 |
| PVI-110.0-TL | P1 | 243 | 99.59 |
| | P2 | 242 | 99.18 |
| | P3 | 252.72 | 103.57 |
| | P4 | 250.8 | 102.79 |
| | P5 | 240.24 | 98.46 |



2.8.1.5 Estimación de energía del proyecto SAUCAY-ESCOMBRERA

Después de haber determinado las configuraciones posibles en el numeral 2.8.1.4 se procede a establecer la producción energética a corto y largo plazo. A corto plazo se considerará la eficiencia del sistema o performance ratio (PR) y la variación del recurso a lo largo de un año típico detallado en el numeral 2.1 mientras que a largo plazo se considerará la degradación de los equipos a lo largo del tiempo, es decir, se evaluará la producción energética para 1 y 25 años considerando la degradación de los paneles solares en cada año.

Para determinar la energía generada se debería utilizar la irradiación diaria lo cual es un procedimiento muy largo y tedioso, por lo que se empleará el artificio matemático llamado horas solares pico (HSP), este procedimiento considera un estimado de horas en las cuales la irradiación es igual a 1000 W/m^2 donde el sistema fotovoltaico entrega energía a potencia nominal, de lo mencionado se obtiene la Ecuación 14.

$$E = P_p \times (HSP) \times PR \quad (14)$$

Donde:

E es la energía generada por el sistema

P_p es la potencia pico instalada en el sistema

PR es la eficiencia del sistema o performance ratio

2.8.1.5.1 Determinación de Horas Solares Pico (HSP)

Determinar las horas solares pico (HSP) significa usar un artificio matemático al igualar las áreas del total de energía generada por día junto al área de un rectángulo, donde su altura es igual a 1000 W/m^2 y su base es igual a las horas solares en las que se obtiene energía a potencia pico instalada. Realizando lo descrito se tiene la Tabla 12 y Figura 29.



Tabla 12. Variación de HSP

| ES | HSP/día | HSP/mes |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| Enero | 4.09593516 | 126.97399 |
| Febrero | 3.65456179 | 102.32773 |
| Marzo | 3.75621129 | 116.44255 |
| Abril | 3.399249 | 101.97747 |
| Mayo | 3.46355065 | 107.37007 |
| Junio | 4.09867367 | 122.96021 |
| Julio | 3.916988 | 121.426628 |
| Agosto | 4.39506867 | 136.247129 |
| Septiembre | 4.45460033 | 133.63801 |
| Octubre | 4.17701161 | 129.48736 |
| Noviembre | 4.39506867 | 131.85206 |
| Diciembre | 4.04203355 | 125.30304 |
| Promedio Anual | 3.9874127 | 121.333854 |

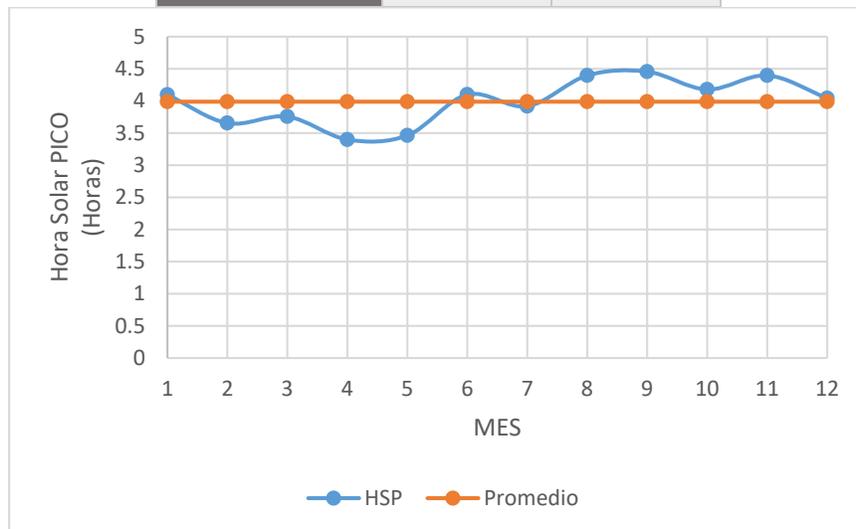


Figura 29. Variación de HSP/día en el recorrido de un año típico

2.8.1.5.2 Determinación de eficiencia del sistema o performance ratio (PR)

Para el cálculo de la eficiencia del sistema o performance ratio (PR) se considerará lo detallado en [30], [32], dividiendo la determinación en dos partes, mismas que corresponden a la determinación de eficiencia de sistema por pérdidas generales (PR_G) y eficiencia del sistema por pérdidas debidas a temperatura (PR_T). Luego de haber establecido ambas partes, la eficiencia total del sistema será igual al producto de las mismas.



2.8.1.5.2.1 Determinación de eficiencia de sistema por pérdidas generales (PR_G)

La determinación de PR_G , se basará en los valores dispuestos en [15], [30], [32], dando como resultado la Tabla 13 presentada a continuación

Tabla 13. Perdidas del sistema fotovoltaico

| Parámetro | Factor de Perdidas | PR_G |
|------------------|--------------------|--------|
| Tolerancia | 3% | 0.97 |
| Mismatch | 3% | 0.97 |
| Suciedad y Polvo | 4% | 0.96 |
| Inversor | 4% | 0.96 |
| Cableado | 3% | 0.97 |
| Disponibilidad | 1% | 0.99 |
| Orientación | 4% | 0.96 |
| Transformador | 2% | 0.98 |
| Total | | 0.751 |

Previo a continuar con el análisis se realizará una breve explicación de los parámetros presentes en la Tabla 13 según se define en [32]:

- **Pérdidas por tolerancia o no cumplimiento de la potencia de módulos**

Las pérdidas por tolerancia es el efecto producido por la variación en los parámetros técnicos de módulos de características similares. En otras palabras, los módulos a pesar de tener el mismo proceso de fabricación tienen cierta variación en su potencia final ocasionando que su potencia nominal se sitúe en la banda inferior de la tolerancia presentada por el fabricante.

- **Pérdidas por mismatch o de conexionado**

Las pérdidas por mismatch se refiere al efecto de la limitación de corriente impuesta por el módulo fotovoltaico de menor corriente conectado en serie, es decir que, al momento de conectarse módulos fotovoltaicos en serie, la corriente es limitada a la del módulo de menor potencia.

- **Pérdidas ocasionadas por suciedad y polvo**

Para las pérdidas mencionadas se diferencia entre suciedad uniforme y localizada, donde la



suciedad uniforme ocasiona el aumento de pérdidas por mismatch al disminuir la corriente que el módulo fotovoltaico entrega a la serie, por otro lado, la suciedad localizada ocasiona la formación de puntos calientes que emiten la energía del módulo fotovoltaico en forma de calor.

- **Pérdidas ocasionadas por la eficiencia del inversor**

Las pérdidas a causa del inversor se deben a la variación de la eficiencia en función a la potencia en DC que llega a sus conectores, en vista de la variación la eficiencia del inversor producirá pérdidas para los casos en los que la potencia entregada por los módulos sea demasiado baja. Basándose en [15] se tiene que los valores de pérdidas ocasionadas por dicho factor oscilan entre 8 % - 12 %. Sin embargo, considerando la evolución en la tecnología de los equipos se tomará un valor igual a 4% [4].

- **Pérdidas por cableado**

Las pérdidas por cableado se refieren a las pérdidas ocasionadas por el efecto joule a lo largo de los cables, esto ocasiona la caída de tensión derivándose en pérdidas energéticas. Para evitar minimizar este tipo de pérdidas se debe realizar un correcto dimensionado de los conductores, las pérdidas por efecto joule varían entre 2% - 3% [15].

- **Pérdidas por disponibilidad del sistema**

Se refiere a las pérdidas a causa del autoconsumo del inversor, se presentan en las horas de ausencia de radiación, dado que los equipos se ubican en estado de espera y no se apagan totalmente.

- **Pérdidas por ángulo y orientación**

Las pérdidas por ángulo y orientación se obtienen cuando la radiación solar incidente no es normal a la superficie del módulo y se ven aumentadas por el grado de suciedad de los módulos.



- **Pérdidas en el transformador**

Se refiere al promedio de pérdidas que presenta el transformador al elevar el voltaje de BT/MT, según se establece en [15] los valores oscilan entre 2 % - 3 %.

2.8.1.5.2.2 Determinación de rendimiento del sistema debido a la temperatura (PR_T)

Para determinar el rendimiento del sistema debido a la temperatura se considerarán los valores de temperatura promedio presentes en la Tabla 9, luego se aplicará la ecuación 4 para el cálculo de la temperatura de la célula y por último la ecuación 15 para determinar el factor de pérdidas por temperatura (PR_T) [32].

$$PR_T \% = 100 - [\delta(T_c - T_c^*)] \tag{15}$$

Donde:

PR_T %: es el rendimiento del sistema debido a la temperatura

δ : es el coeficiente de variación de potencia por la temperatura %/°C

T_c : es la temperatura de la célula

T_c^* : es la temperatura en condiciones estándar (25 °C)

En la Tabla 14, se muestran los coeficientes de variación de potencia por la temperatura (δ) correspondiente a cada panel.

Tabla 14. Coeficiente de variación de potencia por la temperatura correspondiente a cada panel

| PANEL | δ (%/C) |
|----------------|----------------|
| JKM250P-60 | 0.43 |
| KD250GH-4YB2 | 0.46 |
| Q.POWER-G5 260 | 0.4 |
| CS6K-300MS | 0.39 |
| CS6P-260M | 0.41 |

Por consiguiente, al tener presente la existencia de todos los datos necesarios para los cálculos correspondientes a la temperatura de la célula y al PR en función a la variación de la temperatura, se presenta en la Tabla 15 los resultados de la variación de la temperatura de la célula en el recorrido de un año típico, al mismo tiempo en la Tabla 16 se presentan los valores correspondientes a la variación del factor de pérdidas por temperatura de los módulos seleccionados.



Tabla 15. Variación de temperatura de la célula de módulos seleccionados

| Mes | Temp promd °C | Temperatura de la célula °C | | | | |
|------------|---------------|-----------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|
| | | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| Enero | 12.68 | 43.93 | 43.93 | 43.93 | 40.18 | 43.93 |
| Febrero | 12.52 | 43.77 | 43.77 | 43.77 | 40.02 | 43.77 |
| Marzo | 12.38 | 43.63 | 43.63 | 43.63 | 39.88 | 43.63 |
| Abril | 12.21 | 43.46 | 43.46 | 43.46 | 39.71 | 43.46 |
| Mayo | 12.37 | 43.62 | 43.62 | 43.62 | 39.87 | 43.62 |
| Junio | 11.51 | 42.76 | 42.76 | 42.76 | 39.01 | 42.76 |
| Julio | 11.65 | 42.90 | 42.90 | 42.90 | 39.15 | 42.90 |
| Agosto | 11.69 | 42.94 | 42.94 | 42.94 | 39.19 | 42.94 |
| Septiembre | 11.92 | 43.17 | 43.17 | 43.17 | 39.42 | 43.17 |
| Octubre | 12.79 | 44.04 | 44.04 | 44.04 | 40.29 | 44.04 |
| Noviembre | 12.59 | 43.84 | 43.84 | 43.84 | 40.09 | 43.84 |
| Diciembre | 12.81 | 44.06 | 44.06 | 44.06 | 40.31 | 44.06 |

Tabla 16. Rendimiento del sistema debido a la temperatura

| Mes | Rendimiento del sistema debido a la temperatura % (PR _T) | | | | |
|------------|--|--------------|----------------|------------|-----------|
| | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| Enero | 91.86 | 91.29 | 92.43 | 94.08 | 92.24 |
| Febrero | 91.93 | 91.37 | 92.49 | 94.14 | 92.30 |
| Marzo | 91.99 | 91.43 | 92.55 | 94.20 | 92.36 |
| Abril | 92.06 | 91.51 | 92.61 | 94.26 | 92.43 |
| Mayo | 91.99 | 91.43 | 92.55 | 94.20 | 92.37 |
| Junio | 92.36 | 91.83 | 92.89 | 94.53 | 92.72 |
| Julio | 92.30 | 91.77 | 92.84 | 94.48 | 92.66 |
| Agosto | 92.28 | 91.75 | 92.82 | 94.47 | 92.64 |
| Septiembre | 92.19 | 91.64 | 92.73 | 94.38 | 92.55 |
| Octubre | 91.81 | 91.24 | 92.38 | 94.04 | 92.19 |
| Noviembre | 91.90 | 91.33 | 92.46 | 94.11 | 92.27 |
| Diciembre | 91.80 | 91.23 | 92.38 | 94.03 | 92.19 |

Finalmente, se procede a determinar la variación de PR en un año típico realizando el producto del PR general y el PR afectado de la temperatura cuyos resultados se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17. Variación de coeficiente de rendimiento en un año típico

| Mes | Variación de coeficiente de rendimiento PR | | | | |
|------------|--|--------------|----------------|------------|-----------|
| | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| Enero | 0.720 | 0.715 | 0.724 | 0.726 | 0.723 |
| Febrero | 0.720 | 0.716 | 0.725 | 0.726 | 0.723 |
| Marzo | 0.721 | 0.716 | 0.725 | 0.726 | 0.724 |
| Abril | 0.721 | 0.717 | 0.726 | 0.727 | 0.724 |
| Mayo | 0.721 | 0.716 | 0.725 | 0.727 | 0.724 |
| Junio | 0.724 | 0.719 | 0.728 | 0.729 | 0.726 |
| Julio | 0.723 | 0.719 | 0.727 | 0.729 | 0.726 |
| Agosto | 0.723 | 0.719 | 0.727 | 0.729 | 0.726 |
| Septiembre | 0.722 | 0.718 | 0.726 | 0.728 | 0.725 |
| Octubre | 0.719 | 0.715 | 0.724 | 0.725 | 0.722 |
| Noviembre | 0.720 | 0.716 | 0.724 | 0.726 | 0.723 |
| Diciembre | 0.719 | 0.715 | 0.724 | 0.725 | 0.722 |



El valor de PR considerado para sistemas conectados a la red oscila entre 0.6 hasta 0.8 [34].

Para realizar el cálculo de la cantidad de energía neta generada para cada combinación detallada en la Tabla 10, se debe emplear la ecuación 15 y posteriormente referirse a los valores de HSP de la Tabla 12 y los datos de PR de la Tabla 17. Además, se calcula el factor de planta (FP) el cual es un indicativo de la producción en un periodo definido, considera la relación entre la energía real generada y la energía si la planta hubiera trabajado durante todo el periodo a potencia nominal generalmente se considera un año de periodo ecuación 16 [12].

$$FP = \frac{E_{generada}}{P_{nominal} \times periodo} \quad (16)$$

Se debe mencionar que para las plantas fotovoltaicas el valor de factor de planta es bajo como consecuencia de la intermitencia de la fuente primaria ubicándose generalmente en valores del 10% al 15% [12].

Luego de haber realizado los cálculos se obtienen los resultados de la estimación energética y su factor de planta (FP) a corto plazo de las combinaciones correspondientes al inversor TRIO-50-TL-OUTD (Tabla 18) y al PVI-110.0-TL (Tabla 19).

Tabla 18. Energía fotovoltaica generada (kW.h) y factor de planta (%) para el inversor TRIO-50-TL-OUTD

| Energía fotovoltaica neta generada (kW.h) | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Mes | TRIO-50-TL-OUTD | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| | 240 kW | 240 kW | 249.6 kW | 285 kW | 247 kW |
| Enero | 21930.22 | 21794.64 | 22948.43 | 26256.80 | 22662.87 |
| Febrero | 17686.82 | 17578.49 | 18506.96 | 21174.62 | 18277.01 |
| Marzo | 20139.75 | 20017.40 | 21072.58 | 24109.67 | 20811.10 |
| Abril | 17651.34 | 17545.13 | 18467.85 | 21129.13 | 18239.04 |
| Mayo | 18571.21 | 18458.44 | 19431.34 | 22231.87 | 19190.25 |
| Junio | 21352.96 | 21229.76 | 22335.20 | 25551.70 | 22060.28 |
| Julio | 21073.16 | 20950.56 | 22043.60 | 25218.50 | 21771.92 |
| Agosto | 23640.66 | 23502.77 | 24729.69 | 28291.60 | 24424.78 |
| Septiembre | 23163.18 | 23026.21 | 24232.16 | 27723.16 | 23932.76 |
| Octubre | 22352.44 | 22213.35 | 23391.19 | 26763.75 | 23099.82 |
| Noviembre | 22782.08 | 22641.94 | 23839.10 | 27275.59 | 23542.70 |
| Diciembre | 21628.61 | 21493.91 | 22633.84 | 25897.25 | 22351.86 |
| TOTAL ANUAL | 251972.43 | 250452.60 | 263631.94 | 301623.65 | 260364.39 |
| Factor de Planta | 11.9 % | 11.9 % | 12.1 % | 12.1 % | 12 % |



Tabla 19. Energía fotovoltaica generada (kW.h) y factor de planta (%) para el inversor PVI-110.0-TL

| Energía fotovoltaica neta generada (kW.h) | | | | | |
|---|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Mes | PVI-110.0-TL | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| | 243 kW | 242 kW | 252.72 kW | 250.8 kW | 240.24 kW |
| Enero | 22204.34 | 21976.26 | 23235.28 | 23105.98 | 22042.62 |
| Febrero | 17907.91 | 17724.98 | 18738.29 | 18633.67 | 17776.80 |
| Marzo | 20391.49 | 20184.21 | 21335.99 | 21216.51 | 20241.53 |
| Abril | 17871.98 | 17691.34 | 18698.70 | 18593.64 | 17739.87 |
| Mayo | 18803.35 | 18612.26 | 19674.23 | 19564.04 | 18665.04 |
| Junio | 21619.87 | 21406.67 | 22614.39 | 22485.50 | 21456.53 |
| Julio | 21336.58 | 21125.15 | 22319.14 | 22192.28 | 21176.05 |
| Agosto | 23936.17 | 23698.63 | 25038.81 | 24896.61 | 23756.31 |
| Septiembre | 23452.72 | 23218.10 | 24535.07 | 24396.38 | 23277.75 |
| Octubre | 22631.85 | 22398.46 | 23683.58 | 23552.10 | 22467.61 |
| Noviembre | 23066.85 | 22830.62 | 24137.09 | 24002.52 | 22898.37 |
| Diciembre | 21898.97 | 21673.02 | 22916.77 | 22789.58 | 21740.13 |
| TOTAL ANUAL | 255122.08 | 252539.7 | 266927.34 | 265428.81 | 253238.63 |
| Factor de Planta | 12.0 % | 11.9 % | 12.1 % | 12.1 % | 12.0 % |

Análisis de generación a largo plazo

Como se especificó inicialmente, el análisis de la generación a largo plazo deberá considerar la degradación de los módulos fotovoltaicos a través del tiempo, para cumplir con esto se considerará los parámetros de los módulos JKM250P-60, Q.POWER-G5 260 y KD250GH-4YB2, ya que los mismos presentan dentro de sus hojas técnicas la garantía de degradación a un 80 % para un tiempo estimado de 25 años. La degradación en función al tiempo es obtenida mediante la ecuación 17 o ecuación de la recta de degradación de los paneles fotovoltaicos hasta los 25 años.

$$y = -0.83(t - 1) + 100 \tag{17}$$

Posteriormente, empleando la ecuación 17 se obtiene la energía generada hasta los 25 años de cada combinación. Los resultados se muestran en la Tabla 20 para el inversor TRIO-50-TL-OUTD y en la Tabla 21 para el inversor PVI-110.0-TL.



Tabla 20. Energía en 25 años para inversor TRIO-50-TL-OUTD

| Inversor | | TRIO-50-TL-OUTD | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Módulo | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Energía Anual | | 251.97 | 250.45 | 263.63 | 301.62 | 260.36 |
| AÑO | % Rendimiento | Energía por año (MW.h) | | | | |
| 1 | 100.00 | 251.97 | 250.45 | 263.63 | 301.62 | 260.36 |
| 2 | 99.17 | 249.87 | 248.37 | 261.44 | 299.11 | 258.19 |
| 3 | 98.33 | 247.77 | 246.28 | 259.24 | 296.60 | 256.03 |
| 4 | 97.50 | 245.67 | 244.19 | 257.04 | 294.08 | 253.86 |
| 5 | 96.67 | 243.57 | 242.10 | 254.84 | 291.57 | 251.69 |
| 6 | 95.83 | 241.47 | 240.02 | 252.65 | 289.06 | 249.52 |
| 7 | 95.00 | 239.37 | 237.93 | 250.45 | 286.54 | 247.35 |
| 8 | 94.17 | 237.27 | 235.84 | 248.25 | 284.03 | 245.18 |
| 9 | 93.33 | 235.17 | 233.76 | 246.06 | 281.52 | 243.01 |
| 10 | 92.50 | 233.07 | 231.67 | 243.86 | 279.00 | 240.84 |
| 11 | 91.67 | 230.97 | 229.58 | 241.66 | 276.49 | 238.67 |
| 12 | 90.83 | 228.88 | 227.49 | 239.47 | 273.97 | 236.50 |
| 13 | 90.00 | 226.78 | 225.41 | 237.27 | 271.46 | 234.33 |
| 14 | 89.17 | 224.68 | 223.32 | 235.07 | 268.95 | 232.16 |
| 15 | 88.33 | 222.58 | 221.23 | 232.88 | 266.43 | 229.99 |
| 16 | 87.50 | 220.48 | 219.15 | 230.68 | 263.92 | 227.82 |
| 17 | 86.67 | 218.38 | 217.06 | 228.48 | 261.41 | 225.65 |
| 18 | 85.83 | 216.28 | 214.97 | 226.28 | 258.89 | 223.48 |
| 19 | 85.00 | 214.18 | 212.88 | 224.09 | 256.38 | 221.31 |
| 20 | 84.17 | 212.08 | 210.80 | 221.89 | 253.87 | 219.14 |
| 21 | 83.33 | 209.98 | 208.71 | 219.69 | 251.35 | 216.97 |
| 22 | 82.50 | 207.88 | 206.62 | 217.50 | 248.84 | 214.80 |
| 23 | 81.67 | 205.78 | 204.54 | 215.30 | 246.33 | 212.63 |
| 24 | 80.83 | 203.68 | 202.45 | 213.10 | 243.81 | 210.46 |
| 25 | 80.00 | 201.58 | 200.36 | 210.91 | 241.30 | 208.29 |
| TOTAL | | 5669.4 | 5635.2 | 5931.7 | 6786.5 | 5858.2 |



Tabla 21. Energía en 25 años para inversor PVI-110.0-TL

| Inversor | | PVI-110.0-TL | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Módulo | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Energía Anual | | 255.12 | 252.54 | 266.93 | 265.43 | 253.24 |
| AÑO | % Rendimiento | Energía por año (MW.h) | | | | |
| 1 | 100.00 | 255.1 | 252.5 | 266.9 | 265.4 | 253.2 |
| 2 | 99.17 | 253.0 | 250.4 | 264.7 | 263.2 | 251.1 |
| 3 | 98.33 | 250.9 | 248.3 | 262.5 | 261.0 | 249.0 |
| 4 | 97.50 | 248.7 | 246.2 | 260.3 | 258.8 | 246.9 |
| 5 | 96.67 | 246.6 | 244.1 | 258.0 | 256.6 | 244.8 |
| 6 | 95.83 | 244.5 | 242.0 | 255.8 | 254.4 | 242.7 |
| 7 | 95.00 | 242.4 | 239.9 | 253.6 | 252.2 | 240.6 |
| 8 | 94.17 | 240.2 | 237.8 | 251.4 | 249.9 | 238.5 |
| 9 | 93.33 | 238.1 | 235.7 | 249.1 | 247.7 | 236.4 |
| 10 | 92.50 | 236.0 | 233.6 | 246.9 | 245.5 | 234.2 |
| 11 | 91.67 | 233.9 | 231.5 | 244.7 | 243.3 | 232.1 |
| 12 | 90.83 | 231.7 | 229.4 | 242.5 | 241.1 | 230.0 |
| 13 | 90.00 | 229.6 | 227.3 | 240.2 | 238.9 | 227.9 |
| 14 | 89.17 | 227.5 | 225.2 | 238.0 | 236.7 | 225.8 |
| 15 | 88.33 | 225.4 | 223.1 | 235.8 | 234.5 | 223.7 |
| 16 | 87.50 | 223.2 | 221.0 | 233.6 | 232.3 | 221.6 |
| 17 | 86.67 | 221.1 | 218.9 | 231.3 | 230.0 | 219.5 |
| 18 | 85.83 | 219.0 | 216.8 | 229.1 | 227.8 | 217.4 |
| 19 | 85.00 | 216.9 | 214.7 | 226.9 | 225.6 | 215.3 |
| 20 | 84.17 | 214.7 | 212.6 | 224.7 | 223.4 | 213.1 |
| 21 | 83.33 | 212.6 | 210.4 | 222.4 | 221.2 | 211.0 |
| 22 | 82.50 | 210.5 | 208.3 | 220.2 | 219.0 | 208.9 |
| 23 | 81.67 | 208.3 | 206.2 | 218.0 | 216.8 | 206.8 |
| 24 | 80.83 | 206.2 | 204.1 | 215.8 | 214.6 | 204.7 |
| 25 | 80.00 | 204.1 | 202.0 | 213.5 | 212.3 | 202.6 |
| TOTAL | | 5740.2 | 5682.1 | 6005.9 | 5972.2 | 5697.9 |

Finalmente, se presenta la Tabla 22, que resume los datos obtenidos como resultado del diseño técnico del sistema fotovoltaico a implantarse en el sector denominado SAUCAY-ESCOMBRERA.

Tabla 22. Tabla resumen sector SAUCAY-ESCOMBRERA

| TABLA RESUMEN | | | | | | |
|---------------|-----------------------|--------------|--------------------|------|---------------------|------|
| Panel | Potencia Instalada kW | | TRIO-50-TL-OUTD | | PVI-110.0-TL | |
| | TRIO-50-TL-OUTD | PVI-110.0-TL | E.Neta anual(MW.h) | FP % | E.Neta anual (MW.h) | FP % |
| P1 | 240 | 243 | 251.97 | 12.0 | 255.12 | 12.0 |
| P2 | 240 | 242 | 250.45 | 11.9 | 252.54 | 11.9 |
| P3 | 249.6 | 252.72 | 263.63 | 12.1 | 266.93 | 12.1 |
| P4 | 285 | 250.8 | 301.62 | 12.1 | 265.43 | 12.1 |
| P5 | 247 | 240.24 | 260.36 | 12.0 | 253.24 | 12.0 |



2.8.2 Diseño técnico sector SAUCAY-TERRENO ($2^{\circ}45'16,5''S$, $79^{\circ}00'48.97''O$)

A continuación, se realizará el diseño de un segundo parque solar fotovoltaico ubicado tras el campamento de Saucay, al que se lo denominará SAUCAY-TERRENO. La Figura 23 representa la ubicación y el área en la que se efectuará su proyección y para su diseño se empleará el mismo procedimiento detallado en el numeral 2.8.1.

2.8.2.1 Área disponible para emplazamiento

El área considerada apta para la implementación de módulos fotovoltaicos es igual a $1712m^2$, no obstante, se debe tomar en cuenta la presencia de vegetación y canalizaciones en el lugar, lo que deriva en reducción del área útil disponible. En consecuencia, se considerará el 80% del área total por lo que el valor de área útil será igual a $1369.6 m^2$.

2.8.2.2 Distribución de arreglos sobre el terreno

Con la configuración de los arreglos detallados en 2.4, se procede a distribuirlos sobre el terreno establecido considerando la vegetación (arboles) y canales de agua presentes en el lugar, dando como resultado el plano de planta con la distribución presente en el Anexo 5.

En resumen, en el área denominada Saucay-terreno se podrá emplazar un máximo de 36 arreglos de 12 paneles cada uno; considerando que cada uno está formado por paneles cuya potencia es de $250W_p$ se obtiene como resultado que en el área la potencia pico instalada es aproximado a $108 kW_p$.

2.8.2.3 Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada

En vista de que se trata de un diseño de área limitada se deberá considerar los resultados del numeral anterior con el fin de determinar el número máximo de paneles que se pueden colocar en el sitio. Dado que cada arreglo contiene 12 paneles y se puede instalar un máximo de 36 en el sitio, se tiene que el número de paneles considerados en las combinaciones no podrá ser mayor a 432. Bajo estos antecedentes, se procederá a determinar el número de inversores necesarios y el número de paneles asociados a cada uno, para cumplir con este objetivo se analizan 10 de las 20 combinaciones detalladas en el



numeral 2.7 y cuyos resultados se presentan en el Anexo 8. Las 10 combinaciones descartadas son las pertenecientes a los inversores UNO-DM-5.0-TL-PLUS y TRIO-5.8-TL-OUTD con capacidades de 5 kW y 5.8 kW debido a que como se detalló en el numeral 2.6 el dimensionamiento de los inversores deberá estar en armonía con la capacidad a instalarse en el sistema fotovoltaico.

Finalmente, las tablas que representan los criterios de selección se presentan en el Anexo 10 y simultáneamente se presentan las tablas que contienen la configuración utilizada para cada combinación panel-inversor (Tabla 23) y la potencia pico de los paneles instalada con el porcentaje de uso de los inversores para cada caso (Tabla 24).

Tabla 23. Configuración inversor-panel seleccionada SAUCAY-TERRENO

| Inversor | Panel | # Paneles en serie/inversor | # Paneles en paralelo/inversor | Número de inversores | Total Paneles |
|-----------------|-------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|
| TRIO-50-TL-OUTD | P1 | 23 | 9 | 2 | 414 |
| | P2 | 23 | 9 | 2 | 414 |
| | P3 | 20 | 10 | 2 | 400 |
| | P4 | 19 | 9 | 2 | 342 |
| | P5 | 20 | 10 | 2 | 400 |
| PVI-110.0-TL | P1 | 18 | 24 | 1 | 432 |
| | P2 | 24 | 18 | 1 | 432 |
| | P3 | 24 | 18 | 1 | 432 |
| | P4 | 20 | 20 | 1 | 400 |
| | P5 | 21 | 22 | 1 | 462 |

Tabla 24. Potencia pico instalada y uso del inversor

| Inversor | Panel | Potencia Pico paneles(kWp) | Uso del Inversor % |
|-----------------|-------|----------------------------|--------------------|
| TRIO-50-TL-OUTD | P1 | 103.5 | 103.50 |
| | P2 | 103.5 | 103.50 |
| | P3 | 104 | 104.00 |
| | P4 | 102.6 | 102.60 |
| | P5 | 104 | 104.00 |
| PVI-110.0-TL | P1 | 108 | 98.18 |
| | P2 | 108 | 98.18 |
| | P3 | 112.32 | 102.11 |
| | P4 | 120 | 109.09 |
| | P5 | 120.12 | 109.20 |



2.8.2.4 Estimación de energía del proyecto SAUCAY-TERRENO

Para la estimación energética , se deberá tomar en cuenta el procedimiento utilizado en el numeral 2.8.1.5 del presente documento, al igual que considerar los parámetros usados en la ecuación 15 mismos que corresponden a los valores presentes en la Tabla 13 para performance ratio (PR) y en la Tabla 12 para las Horas solares pico (HSP) del sector.

- **Estimación de energía a corto plazo**

La estimación de la energía generada para corto plazo, es la correspondiente a la energía total anual generada por el sistema, considerando la eficiencia del sistema y la variación de las condiciones meteorológicas del sector. Por lo que al realizar los cálculos para cada combinación se obtiene la Tabla 25 correspondiente a las combinaciones del inversor TRIO-50-TL-OUTD y la Tabla 26 correspondiente a las combinaciones del inversor PVI-110.0-TL.

Tabla 25. Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor TRIO-50-TL-OUTD - SAUCAY TERRENO

| Energía fotovoltaica neta generada (kW.h) | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Mes | TRIO-50-TL-OUTD | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| | 103.5 | 103.5 | 104 | 102.6 | 104 |
| Enero | 9457.41 | 9398.94 | 9561.84 | 9452.45 | 9542.26 |
| Febrero | 7627.44 | 7580.73 | 7711.23 | 7622.86 | 7695.58 |
| Marzo | 8685.27 | 8632.50 | 8780.24 | 8679.48 | 8762.57 |
| Abril | 7612.14 | 7566.34 | 7694.94 | 7606.49 | 7679.60 |
| Mayo | 8008.84 | 7960.20 | 8096.39 | 8003.47 | 8080.10 |
| Junio | 9208.46 | 9155.33 | 9306.33 | 9198.61 | 9288.54 |
| Julio | 9087.80 | 9034.93 | 9184.83 | 9078.66 | 9167.12 |
| Agosto | 10195.03 | 10135.57 | 10304.04 | 10184.98 | 10284.12 |
| Septiembre | 9989.12 | 9930.05 | 10096.73 | 9980.34 | 10076.95 |
| Octubre | 9639.49 | 9579.51 | 9746.33 | 9634.95 | 9726.24 |
| Noviembre | 9824.77 | 9764.34 | 9932.96 | 9819.21 | 9912.72 |
| Diciembre | 9327.34 | 9269.25 | 9430.77 | 9323.01 | 9411.31 |
| TOTAL ANUAL | 108663.11 | 108007.68 | 109846.64 | 108584.51 | 109627.11 |
| Factor de Planta | 11.98 % | 11.91 % | 12.06 % | 12.08 % | 12.03 % |



Tabla 26. Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor PVI-110.0-TL - SAUCAY TERRENO

| Energía fotovoltaica neta generada (kW.h) | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Mes | PVI-110.0-TL | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| | 108 | 108 | 112.32 | 120 | 120.12 |
| Enero | 9868.60 | 9807.59 | 10326.79 | 11055.49 | 11021.31 |
| Febrero | 7959.07 | 7910.32 | 8328.13 | 8915.63 | 8888.40 |
| Marzo | 9062.89 | 9007.83 | 9482.66 | 10151.44 | 10120.77 |
| Abril | 7943.10 | 7895.31 | 8310.53 | 8896.48 | 8869.93 |
| Mayo | 8357.05 | 8306.30 | 8744.10 | 9360.79 | 9332.52 |
| Junio | 9608.83 | 9553.39 | 10050.84 | 10758.61 | 10728.26 |
| Julio | 9482.92 | 9427.75 | 9919.62 | 10618.32 | 10588.03 |
| Agosto | 10638.30 | 10576.25 | 11128.36 | 11912.25 | 11878.16 |
| Septiembre | 10423.43 | 10361.79 | 10904.47 | 11672.91 | 11638.88 |
| Octubre | 10058.60 | 9996.01 | 10526.04 | 11268.95 | 11233.81 |
| Noviembre | 10251.93 | 10188.87 | 10727.59 | 11484.46 | 11449.19 |
| Diciembre | 9732.87 | 9672.26 | 10185.23 | 10904.11 | 10870.06 |
| TOTAL ANUAL | 113387.59 | 112703.67 | 118634.37 | 126999.43 | 126619.32 |
| Factor de Planta | 11.98 % | 11.91 % | 12.06 % | 12.08 % | 12.03 % |

- **Estimación de energía a largo plazo**

De manera semejante a lo elaborado en el apartado final del numeral 2.8.1.5, es necesario estimar la energía producida a largo plazo con el objetivo de considerar la degradación de los paneles en función al tiempo. La Tabla 27 presenta los resultados a largo plazo para las combinaciones correspondientes al inversor TRIO-50-TL-OUTD y en la Tabla 28 para las combinaciones del inversor PVI-110.0-TL.

Tabla 27. Energía en 25 años para inversor TRIO-50-TL-OUTD, SAUCAY TERRENO

| Inversor | | TRIO-50-TL-OUTD | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| módulo | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Energía Anual | | 108.663 | 108.008 | 109.847 | 108.585 | 109.627 |
| AÑO | % Rendimiento | Energía por año (MW.h) | | | | |
| 1 | 100.00 | 108.66 | 108.01 | 109.85 | 108.58 | 109.63 |
| 2 | 99.17 | 107.76 | 107.11 | 108.93 | 107.68 | 108.71 |
| 3 | 98.33 | 106.85 | 106.21 | 108.02 | 106.77 | 107.80 |
| 4 | 97.50 | 105.95 | 105.31 | 107.10 | 105.87 | 106.89 |
| 5 | 96.67 | 105.04 | 104.41 | 106.19 | 104.97 | 105.97 |
| 6 | 95.83 | 104.14 | 103.51 | 105.27 | 104.06 | 105.06 |
| 7 | 95.00 | 103.23 | 102.61 | 104.35 | 103.16 | 104.15 |
| 8 | 94.17 | 102.32 | 101.71 | 103.44 | 102.25 | 103.23 |
| 9 | 93.33 | 101.42 | 100.81 | 102.52 | 101.35 | 102.32 |
| 10 | 92.50 | 100.51 | 99.91 | 101.61 | 100.44 | 101.41 |
| 11 | 91.67 | 99.61 | 99.01 | 100.69 | 99.54 | 100.49 |
| 12 | 90.83 | 98.70 | 98.11 | 99.78 | 98.63 | 99.58 |
| 13 | 90.00 | 97.80 | 97.21 | 98.86 | 97.73 | 98.66 |
| 14 | 89.17 | 96.89 | 96.31 | 97.95 | 96.82 | 97.75 |
| 15 | 88.33 | 95.99 | 95.41 | 97.03 | 95.92 | 96.84 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | |
|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 16 | 87.50 | 95.08 | 94.51 | 96.12 | 95.01 | 95.92 |
| 17 | 86.67 | 94.17 | 93.61 | 95.20 | 94.11 | 95.01 |
| 18 | 85.83 | 93.27 | 92.71 | 94.29 | 93.20 | 94.10 |
| 19 | 85.00 | 92.36 | 91.81 | 93.37 | 92.30 | 93.18 |
| 20 | 84.17 | 91.46 | 90.91 | 92.45 | 91.39 | 92.27 |
| 21 | 83.33 | 90.55 | 90.01 | 91.54 | 90.49 | 91.36 |
| 22 | 82.50 | 89.65 | 89.11 | 90.62 | 89.58 | 90.44 |
| 23 | 81.67 | 88.74 | 88.21 | 89.71 | 88.68 | 89.53 |
| 24 | 80.83 | 87.84 | 87.31 | 88.79 | 87.77 | 88.62 |
| 25 | 80.00 | 86.93 | 86.41 | 87.88 | 86.87 | 87.70 |
| TOTAL | | 2444.92 | 2430.17 | 2471.55 | 2443.15 | 2466.61 |

Tabla 28. Energía en 25 años para inversor PVI-110.0-TL, SAUCAY TERRENO

| Inversor | | PVI-110.0-TL | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| módulo | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Energía Anual | | 113.39 | 112.70 | 118.63 | 127.00 | 126.62 |
| AÑO | % Rendimiento | Energía por año (MW.h) | | | | |
| 1 | 100.00 | 113.39 | 112.70 | 118.63 | 127.00 | 126.62 |
| 2 | 99.17 | 112.44 | 111.76 | 117.65 | 125.94 | 125.56 |
| 3 | 98.33 | 111.50 | 110.83 | 116.66 | 124.88 | 124.51 |
| 4 | 97.50 | 110.55 | 109.89 | 115.67 | 123.82 | 123.45 |
| 5 | 96.67 | 109.61 | 108.95 | 114.68 | 122.77 | 122.40 |
| 6 | 95.83 | 108.66 | 108.01 | 113.69 | 121.71 | 121.34 |
| 7 | 95.00 | 107.72 | 107.07 | 112.70 | 120.65 | 120.29 |
| 8 | 94.17 | 106.77 | 106.13 | 111.71 | 119.59 | 119.23 |
| 9 | 93.33 | 105.83 | 105.19 | 110.73 | 118.53 | 118.18 |
| 10 | 92.50 | 104.88 | 104.25 | 109.74 | 117.47 | 117.12 |
| 11 | 91.67 | 103.94 | 103.31 | 108.75 | 116.42 | 116.07 |
| 12 | 90.83 | 102.99 | 102.37 | 107.76 | 115.36 | 115.01 |
| 13 | 90.00 | 102.05 | 101.43 | 106.77 | 114.30 | 113.96 |
| 14 | 89.17 | 101.10 | 100.49 | 105.78 | 113.24 | 112.90 |
| 15 | 88.33 | 100.16 | 99.55 | 104.79 | 112.18 | 111.85 |
| 16 | 87.50 | 99.21 | 98.62 | 103.81 | 111.12 | 110.79 |
| 17 | 86.67 | 98.27 | 97.68 | 102.82 | 110.07 | 109.74 |
| 18 | 85.83 | 97.32 | 96.74 | 101.83 | 109.01 | 108.68 |
| 19 | 85.00 | 96.38 | 95.80 | 100.84 | 107.95 | 107.63 |
| 20 | 84.17 | 95.43 | 94.86 | 99.85 | 106.89 | 106.57 |
| 21 | 83.33 | 94.49 | 93.92 | 98.86 | 105.83 | 105.52 |
| 22 | 82.50 | 93.54 | 92.98 | 97.87 | 104.77 | 104.46 |
| 23 | 81.67 | 92.60 | 92.04 | 96.88 | 103.72 | 103.41 |
| 24 | 80.83 | 91.66 | 91.10 | 95.90 | 102.66 | 102.35 |
| 25 | 80.00 | 90.71 | 90.16 | 94.91 | 101.60 | 101.30 |
| TOTAL | | 2551.22 | 2535.83 | 2669.27 | 2857.49 | 2848.94 |

Finalmente, se presenta la Tabla 29, el resumen de los datos obtenidos como resultado del diseño técnico del sistema fotovoltaico a implantarse en el sector denominado SAUCAY-TERRENO el mismo que presenta el Factor de Planta (FP) correspondiente de cada propuesta de instalación.



Tabla 29. Tabla resumen sector SAUCAY-TERRENO

| Panel | TABLA RESUMEN | | | | | |
|-------|-----------------------|--------------|---------------------|-------|----------------------|-------|
| | Potencia Instalada kW | | TRIO-50-TL-OUTD | | PVI-110.0-TL | |
| | TRIO-50-TL-OUTD | PVI-110.0-TL | E. Neta anua (MW.h) | FP % | E. Neta anual (MW.h) | FP % |
| P1 | 103.50 | 108 | 108.66 | 11.98 | 113.39 | 11.98 |
| P2 | 103.50 | 108 | 108.01 | 11.91 | 112.70 | 11.91 |
| P3 | 104.00 | 112.32 | 109.85 | 12.06 | 118.63 | 12.06 |
| P4 | 102.60 | 120 | 108.58 | 12.08 | 127.00 | 12.08 |
| P5 | 104.00 | 120.12 | 109.63 | 12.03 | 126.62 | 12.03 |

2.8.3 Diseño técnico sector LABRADO (2°43'44.7"S, 79°04'21.8"O)

Cumpliendo con lo establecido por los numerales 2.3 y 2.8 del presente documento se procede a realizar el diseño técnico de un sistema fotovoltaico para el sector labrado, lugar que cuenta con área disponible para la construcción de infraestructura que permita el estacionamiento de vehículos que visiten el sector y a su vez contenga suficiente espacio para colocar un sistema fotovoltaico sobre la cubierta de la misma.

2.8.3.1 Área disponible para emplazamiento

Inicialmente el área disponible para el emplazamiento, se refiere al área en metros cuadrados (m²) de terreno que se dispone para el emplazamiento de la estructura tipo estacionamiento.

Retomando lo mencionado en el numeral 2.2 del presente documento, el área en el sector considerada útil se muestra en la Figura 24 (Área sombreada) la misma que corresponde a 310 m² de superficie. Sin embargo, para el diseño de la infraestructura se debe considerar los accesos y la orientación del resto de infraestructura del lugar estableciéndose que el mejor sector y orientación para su construcción es como se indica en la Figura 30. Por lo que, en resumen, la estructura propuesta deberá estar orientada a 27° hacia el noroeste, el espacio permite el estacionamiento de cuatro vehículos ocupando un área total de 114.38 m² con dimensiones iguales a 13.3 m de largo y 8.6 m de ancho.



Figura 30. Estacionamiento propuesto en sector Labrado.

2.8.3.2 Distribución de paneles sobre la estructura

Retomando lo mencionado en el numeral 1.5.4.2 los diseños de SFCR sobre edificación resulta ser más complejo que el diseño de sistema ubicado sobre el suelo, debido a que el montaje y configuración de los módulos se ve condicionado a la infraestructura.

En fin, la distribución de los paneles sobre la estructura se ha determinado ocupando la mayor cantidad de área sobre la cubierta. La Figura 31 muestra la ubicación de los módulos fotovoltaicos los mismos que han sido orientados 27° hacia el oeste con respecto al norte, y su inclinación a la cubierta de la estructura valor igual a 15° .

La distribución de los paneles se realizó considerando dimensiones iguales a 1.65×0.99 m que corresponden a los paneles seleccionados en el numeral 2.5, se ha tomado distancias de seguridad de los filos de la cubierta iguales a 0.8 metros.

Finalmente, se procede a realizar la distribución de los paneles dando como resultado que es posible la instalación de 44 paneles sobre la estructura propuesta todo orientados 27° al oeste con respecto al norte e inclinación de 15° con respecto a la horizontal y 0° con respecto al techo. Se debe aclarar que, a pesar de tener inclinación en paralelo con el techo,



los paneles deben ser ubicados sobre estructura de tal forma que permita la existencia de ventilación con el fin de evitar pérdidas por la temperatura.

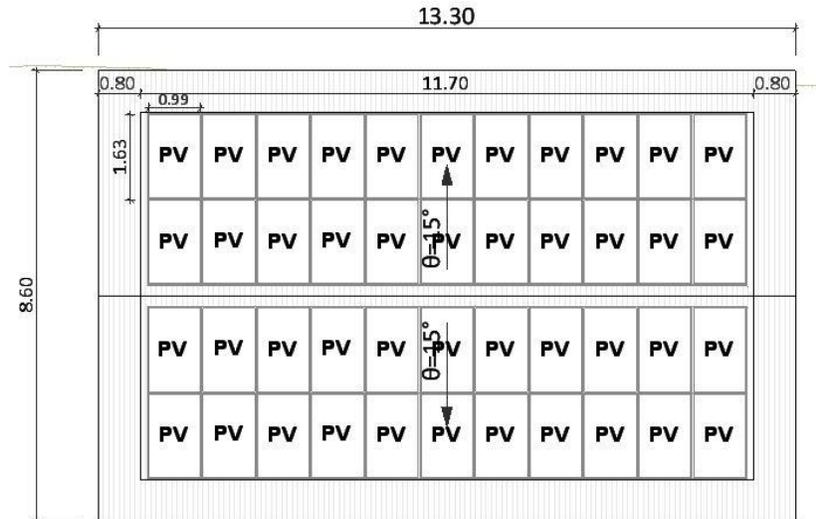


Figura 31. Dimensiones de estructura propuesta.

2.8.3.3 Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada

Para el dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada en el sector Labrado se debe considerar que en el área existe un solo tramo monofásico del alimentador, por lo que se deberá considerar el uso del inversor monofásico previamente seleccionado en el numeral 2.6 del presente documento. Así también, se debe considerar las combinaciones resultantes de cada módulo fotovoltaico con el inversor (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) que se muestran en el Anexo 8.

Considerando todos los antecedentes previamente mencionados se procede a analizar las 5 combinaciones posibles presentadas en el Anexo 11 dando como resultado la configuración y el número máximo de inversores y módulos fotovoltaicos que se podrán instalar en cada caso.

Finalmente, se presentan de manera simultánea los resultados que contienen la configuración utilizada para cada combinación panel-inversor (Tabla 30) y la potencia pico de los paneles instalada junto al porcentaje de uso de los inversores para cada caso (Tabla 31).



Tabla 30. Configuración inversor-panel seleccionado Sector Labrado (2°43'44.7"S, 79°04'21.8"O)

| Inversor | Panel | # Paneles en serie/inversor | # Paneles en paralelo/inversor | Número de inversores | Total Paneles |
|--------------------|-------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|
| UNO-DM-5.0-TL-PLUS | P1 | 10 | 2 | 2 | 40 |
| | P2 | 10 | 2 | 2 | 40 |
| | P3 | 9 | 2 | 2 | 36 |
| | P4 | 8 | 2 | 2 | 32 |
| | P5 | 9 | 2 | 2 | 36 |

Tabla 31. Potencia pico instalada y uso del inversor

| Inversor | Panel | Potencia Pico paneles(kWp) | Uso del Inversor % |
|--------------------|-------|----------------------------|--------------------|
| UNO-DM-5.0-TL-PLUS | P1 | 10 | 97.09 |
| | P2 | 10 | 97.09 |
| | P3 | 9.36 | 90.87 |
| | P4 | 9.6 | 93.20 |
| | P5 | 9.36 | 90.87 |

2.8.3.4 Estimación de energía del proyecto LABRADO

Al igual que en los diseños anteriores, se deberá tomar en cuenta el procedimiento utilizado en el numeral 2.8.1.5 del presente documento, utilizando los valores presentes en la Tabla 13 para performance ratio (PR) y en la Tabla 12 para las Horas solares pico (HSP) del sector.

De similar manera, se presentará la estimación de energía a corto y largo plazo con la finalidad de considerar la degradación de los materiales y su efecto económico debido al descenso en la generación de energía fotovoltaica.

- **Estimación de energía a corto plazo**

De igual modo a los diseños anteriores la estimación de la energía generada a corto plazo toma en cuenta la eficiencia del sistema o performance ratio y el efecto de la variación de condiciones meteorológicas en el sector. En consecuencia, al realizar los cálculos para cada combinación se obtiene la Tabla 32 correspondiente a la evaluación de energía a corto plazo considerando las condiciones meteorológicas promedio de cada mes.

Tabla 32. Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor UNO-DM-5.0-TL-PLUS, Sector LABRADO

| Energía fotovoltaica neta generada (kW.h) | | | | | |
|---|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Mes | UNO-DM-5.0-TL-PLUS | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| | 10 | 10 | 9.36 | 9.6 | 9.36 |
| Enero | 913.76 | 908.11 | 860.57 | 884.44 | 858.80 |
| Febrero | 736.95 | 732.44 | 694.01 | 713.25 | 692.60 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Marzo | 839.16 | 834.06 | 790.22 | 812.12 | 788.63 |
| Abril | 735.47 | 731.05 | 692.54 | 711.72 | 691.16 |
| Mayo | 773.80 | 769.10 | 728.68 | 748.86 | 727.21 |
| Junio | 889.71 | 884.57 | 837.57 | 860.69 | 835.97 |
| Julio | 878.05 | 872.94 | 826.63 | 849.47 | 825.04 |
| Agosto | 985.03 | 979.28 | 927.36 | 952.98 | 925.57 |
| Septiembre | 965.13 | 959.43 | 908.71 | 933.83 | 906.93 |
| Octubre | 931.35 | 925.56 | 877.17 | 901.52 | 875.36 |
| Noviembre | 949.25 | 943.41 | 893.97 | 918.76 | 892.14 |
| Diciembre | 901.19 | 895.58 | 848.77 | 872.33 | 847.02 |
| TOTAL ANUAL | 10498.85 | 10435.52 | 9886.20 | 10159.95 | 9866.44 |
| Factor de Planta | 11.98 % | 11.91% | 12.06% | 12.08% | 12.03% |

- **Estimación de energía a largo plazo**

De manera semejante a lo elaborado en el apartado final del numeral 2.8.1.5, es necesario estimar la energía producida a largo plazo con el objetivo de considerar la degradación de los paneles en función al tiempo. La Tabla 33 presenta los resultados a largo plazo para las combinaciones correspondientes al inversor UNO-DM-5.0-TL-PLUS.

Tabla 33. Energía en 25 años para inversor UNO-DM-5.0-TL-PLUS, Sector LABRADO

| Inversor | | UNO-DM-5.0-TL-PLUS | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|--------|-------|--------|-------|
| módulo | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Energía Anual | | 10.499 | 10.436 | 9.886 | 10.160 | 9.866 |
| AÑO | % Rendimiento | Energía por año (MW.h) | | | | |
| 1 | 100.00 | 10.50 | 10.44 | 9.89 | 10.16 | 9.87 |
| 2 | 99.17 | 10.41 | 10.35 | 9.80 | 10.08 | 9.78 |
| 3 | 98.33 | 10.32 | 10.26 | 9.72 | 9.99 | 9.70 |
| 4 | 97.50 | 10.24 | 10.17 | 9.64 | 9.91 | 9.62 |
| 5 | 96.67 | 10.15 | 10.09 | 9.56 | 9.82 | 9.54 |
| 6 | 95.83 | 10.06 | 10.00 | 9.47 | 9.74 | 9.46 |
| 7 | 95.00 | 9.97 | 9.91 | 9.39 | 9.65 | 9.37 |
| 8 | 94.17 | 9.89 | 9.83 | 9.31 | 9.57 | 9.29 |
| 9 | 93.33 | 9.80 | 9.74 | 9.23 | 9.48 | 9.21 |
| 10 | 92.50 | 9.71 | 9.65 | 9.14 | 9.40 | 9.13 |
| 11 | 91.67 | 9.62 | 9.57 | 9.06 | 9.31 | 9.04 |
| 12 | 90.83 | 9.54 | 9.48 | 8.98 | 9.23 | 8.96 |
| 13 | 90.00 | 9.45 | 9.39 | 8.90 | 9.14 | 8.88 |
| 14 | 89.17 | 9.36 | 9.31 | 8.82 | 9.06 | 8.80 |
| 15 | 88.33 | 9.27 | 9.22 | 8.73 | 8.97 | 8.72 |
| 16 | 87.50 | 9.19 | 9.13 | 8.65 | 8.89 | 8.63 |
| 17 | 86.67 | 9.10 | 9.04 | 8.57 | 8.81 | 8.55 |
| 18 | 85.83 | 9.01 | 8.96 | 8.49 | 8.72 | 8.47 |
| 19 | 85.00 | 8.92 | 8.87 | 8.40 | 8.64 | 8.39 |
| 20 | 84.17 | 8.84 | 8.78 | 8.32 | 8.55 | 8.30 |
| 21 | 83.33 | 8.75 | 8.70 | 8.24 | 8.47 | 8.22 |
| 22 | 82.50 | 8.66 | 8.61 | 8.16 | 8.38 | 8.14 |



| | | | | | | |
|--------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 23 | 81.67 | 8.57 | 8.52 | 8.07 | 8.30 | 8.06 |
| 24 | 80.83 | 8.49 | 8.44 | 7.99 | 8.21 | 7.98 |
| 25 | 80.00 | 8.40 | 8.35 | 7.91 | 8.13 | 7.89 |
| TOTAL | | 236.22 | 234.80 | 222.44 | 228.60 | 222.00 |

En consecuencia de la estimación de energía se presenta la Tabla 34 el resumen de los datos obtenidos mediante la evaluación de cada una de las posibilidades de combinación para el sector, además, se presenta el factor de planta correspondiente de cada propuesta de instalación.

Tabla 34. Tabla resumen sector Sector LABRADO

| TABLA RESUMEN | | | |
|---------------|-----------------------|----------------------|-------|
| Panel | Potencia Instalada kW | UNO-DM-5.0-TL-PLUS | |
| | UNO-DM-5.0-TL-PLUS | E. Neta anual (MW.h) | FP % |
| P1 | 10 | 10.50 | 11.98 |
| P2 | 10 | 10.44 | 11.91 |
| P3 | 9.36 | 9.89 | 12.06 |
| P4 | 9.6 | 10.16 | 12.08 |
| P5 | 9.36 | 9.87 | 12.03 |

2.8.4 Diseño técnico sector DUTASAY (2°47'59.79"S, 79°0'37.51"O)

En concordancia a lo establecido al final del numeral 2.2 , el diseño propuesto para el sector Dutasay será sobre la cubierta de la estructura existente en el lugar, la misma que a la actualidad funciona de refugio para los guardias y personal de ELECAUSTRO S.A.

Para lograr constituir la propuesta de diseño se procede de la misma manera a lo realizado en los numerales 2.8.1, 2.8.2 y 2.8.3 correspondientes a los diseños establecidos para los sectores de (SAUCAY-ESCOMBRERA, SAUCAY-TERRENO, LABRADO y DUTASAY).

2.8.4.1 Área disponible para emplazamiento

Debido a que la ubicación de los paneles fotovoltaicos deberá realizarse sobre la cubierta de la estructura planteada mostrada en la Figura 32 la misma que tiene dimensiones iguales a 10 m de largo x 8 m de ancho por lo tanto el área disponible para el emplazamiento o de los paneles fotovoltaicos es de 80 m². Sin embargo, se debe tomar en cuenta que, para el emplazamiento de paneles solares sobre la estructura, deberá tomarse en cuenta distancias de seguridad que permitirán labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.



Figura 32. Estructura existente sector DUTASAY.

2.8.4.2 Distribución de arreglos sobre la estructura

Para realizar la correcta distribución de los módulos fotovoltaicos, se ha procedido a realizar el levantamiento y modelado de la estructura existente en el sector.

Luego de haber modelado la estructura en el sector se procede a distribuir los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta tomando en cuenta los aleros de 0.8 m que contiene la misma. Por lo tanto, se tiene que el número máximo de los módulos fotovoltaico a ubicarse sobre la cubierta es igual a 40 como se detalla en la Figura 33 , estableciéndose que el número de inversores trifásicos que se pueden colocar en el sector es igual a 2.

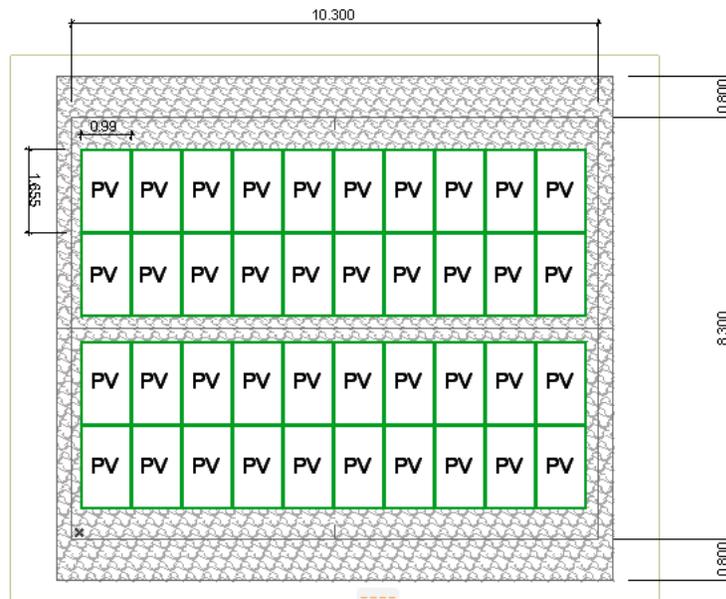


Figura 33. Distribución de módulos fotovoltaicos sobre la estructura existente sector DUTASAY

2.8.4.3 Dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada

Para el dimensionamiento de equipos y potencia pico instalada en el sector Dutasay se debe considerar que en el área existe un tramo trifásico del alimentador 0427 perteneciente a la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR, además que la potencia a instalarse sobre la estructura no supera los 12 KVA debido al área disponible para la instalación lo cual deriva en que el inversor que se deberá ocupar para la instalación deberá ser del tipo trifásico de baja potencia siendo el modelo TRIO-5.8-TL-OUTD de los modelos seleccionados en el numeral 2.6 el que cumple con todas las características.

Así también, se debe considerar las combinaciones resultantes de cada módulo fotovoltaico con el inversor (TRIO-5.8-TL-OUTD) que se muestran en el Anexo 8.

Considerando todos los antecedentes mencionados se procede a analizar las 5 combinaciones posibles presentadas en el Anexo 12 dando como resultado la configuración y el número máximo de inversores y módulos fotovoltaicos que se podrán instalar en cada caso.



Finalmente, se presentan de manera simultánea los resultados que contienen la configuración utilizada para cada combinación panel-inversor (Tabla 35) y la potencia pico de los paneles instalada junto al porcentaje de uso de los inversores para cada caso (Tabla 36).

Tabla 35. Configuración inversor-panel seleccionado Sector DUTASAY (2°47'59.79"S, 79°0'37.51"O)

| Inversor | Panel | # Paneles en serie/inversor | # Paneles en paralelo/inversor | Número de inversores | Total Paneles |
|------------------|-------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|
| TRIO-5.8-TL-OUTD | P1 | 20 | 1 | 2 | 40 |
| | P2 | 20 | 1 | 2 | 40 |
| | P3 | 20 | 1 | 2 | 40 |
| | P4 | 20 | 1 | 2 | 40 |
| | P5 | 20 | 1 | 2 | 40 |

Tabla 36. Potencia pico instalada y uso del inversor

| Inversor | Panel | Potencia Pico paneles(kWp) | Uso del Inversor % |
|------------------|-------|----------------------------|--------------------|
| TRIO-5.8-TL-OUTD | P1 | 10 | 86.21 |
| | P2 | 10 | 86.21 |
| | P3 | 10.4 | 89.66 |
| | P4 | 12 | 103.45 |
| | P5 | 10.4 | 89.66 |

2.8.4.4 Estimación de energía del proyecto DUTASAY

Al igual que en los diseños anteriores, se deberá tomar en cuenta el procedimiento utilizado en el numeral 2.8.1.5 del presente documento, utilizando los valores presentes en la Tabla 13 para performance ratio (PR) y en la Tabla 12 para las Horas solares pico (HSP) del sector.

De similar manera, se presentará la estimación de energía a corto y largo plazo con la finalidad de considerar la degradación de los materiales y su efecto económico debido al descenso en la generación de energía fotovoltaica.

- **Estimación de energía generada a corto plazo**

De igual modo a los diseños anteriores la estimación de la energía generada a corto plazo toma en cuenta la eficiencia del sistema o performance ratio y el efecto de la variación de condiciones meteorológicas en el sector. En consecuencia, al realizar los cálculos para cada combinación se obtiene la Tabla 37 correspondiente a la evaluación de energía a corto plazo considerando las condiciones meteorológicas promedio de cada mes.



Tabla 37. Energía fotovoltaica generada (kW.h) para el inversor TRIO-5.8-TL-OUTD, Sector Dutasay

| Energía fotovoltaica neta generada (kW.h) | | | | | |
|---|------------------|----------|----------|----------|----------|
| Mes | TRIO-5.8-TL-OUTD | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| | 10 | 10 | 10.4 | 12 | 10.4 |
| Enero | 913.76 | 908.11 | 956.18 | 1105.55 | 954.23 |
| Febrero | 736.95 | 732.44 | 771.12 | 891.56 | 769.56 |
| Marzo | 839.16 | 834.06 | 878.02 | 1015.14 | 876.26 |
| Abril | 735.47 | 731.05 | 769.49 | 889.65 | 767.96 |
| Mayo | 773.80 | 769.10 | 809.64 | 936.08 | 808.01 |
| Junio | 889.71 | 884.57 | 930.63 | 1075.86 | 928.85 |
| Julio | 878.05 | 872.94 | 918.48 | 1061.83 | 916.71 |
| Agosto | 985.03 | 979.28 | 1030.40 | 1191.23 | 1028.41 |
| Septiembre | 965.13 | 959.43 | 1009.67 | 1167.29 | 1007.69 |
| Octubre | 931.35 | 925.56 | 974.63 | 1126.89 | 972.62 |
| Noviembre | 949.25 | 943.41 | 993.30 | 1148.45 | 991.27 |
| Diciembre | 901.19 | 895.58 | 943.08 | 1090.41 | 941.13 |
| TOTAL ANUAL | 10498.85 | 10435.52 | 10984.66 | 12699.94 | 10962.71 |
| Factor de Planta | 11.98 % | 11.91 % | 12.06 % | 12.08 % | 12.03 % |

- **Estimación de energía generada a largo plazo**

De manera semejante a lo elaborado en el apartado final del numeral 2.8.1.5, es necesario estimar la energía producida a largo plazo con el objetivo de considerar la degradación de los paneles en función al tiempo. La Tabla 38 presenta los resultados a largo plazo para las combinaciones correspondientes al inversor TRIO-5.8-TL-OUTD.

Tabla 38. Energía en 25 años para inversor TRIO-5.8-TL-OUTD, Sector DUTASAY

| Inversor | | TRIO-5.8-TL-OUTD | | | | |
|---------------|---------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| módulo | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| Energía Anual | | 10.50 | 10.44 | 10.98 | 12.70 | 10.96 |
| AÑO | % Rendimiento | Energía por año (MW.h) | | | | |
| 1 | 100.00 | 10.50 | 10.44 | 10.98 | 12.70 | 10.96 |
| 2 | 99.17 | 10.41 | 10.35 | 10.89 | 12.59 | 10.87 |
| 3 | 98.33 | 10.32 | 10.26 | 10.80 | 12.49 | 10.78 |
| 4 | 97.50 | 10.24 | 10.17 | 10.71 | 12.38 | 10.69 |
| 5 | 96.67 | 10.15 | 10.09 | 10.62 | 12.28 | 10.60 |
| 6 | 95.83 | 10.06 | 10.00 | 10.53 | 12.17 | 10.51 |
| 7 | 95.00 | 9.97 | 9.91 | 10.44 | 12.06 | 10.41 |
| 8 | 94.17 | 9.89 | 9.83 | 10.34 | 11.96 | 10.32 |
| 9 | 93.33 | 9.80 | 9.74 | 10.25 | 11.85 | 10.23 |
| 10 | 92.50 | 9.71 | 9.65 | 10.16 | 11.75 | 10.14 |
| 11 | 91.67 | 9.62 | 9.57 | 10.07 | 11.64 | 10.05 |
| 12 | 90.83 | 9.54 | 9.48 | 9.98 | 11.54 | 9.96 |
| 13 | 90.00 | 9.45 | 9.39 | 9.89 | 11.43 | 9.87 |
| 14 | 89.17 | 9.36 | 9.31 | 9.79 | 11.32 | 9.78 |
| 15 | 88.33 | 9.27 | 9.22 | 9.70 | 11.22 | 9.68 |
| 16 | 87.50 | 9.19 | 9.13 | 9.61 | 11.11 | 9.59 |
| 17 | 86.67 | 9.10 | 9.04 | 9.52 | 11.01 | 9.50 |
| 18 | 85.83 | 9.01 | 8.96 | 9.43 | 10.90 | 9.41 |
| 19 | 85.00 | 8.92 | 8.87 | 9.34 | 10.79 | 9.32 |
| 20 | 84.17 | 8.84 | 8.78 | 9.25 | 10.69 | 9.23 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | |
|--------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 21 | 83.33 | 8.75 | 8.70 | 9.15 | 10.58 | 9.14 |
| 22 | 82.50 | 8.66 | 8.61 | 9.06 | 10.48 | 9.04 |
| 23 | 81.67 | 8.57 | 8.52 | 8.97 | 10.37 | 8.95 |
| 24 | 80.83 | 8.49 | 8.44 | 8.88 | 10.27 | 8.86 |
| 25 | 80.00 | 8.40 | 8.35 | 8.79 | 10.16 | 8.77 |
| TOTAL | | 236.22 | 234.80 | 247.16 | 285.75 | 246.66 |

En consecuencia de la estimación de energía se presenta la Tabla 39 el resumen de los datos obtenidos mediante la evaluación de cada una de las posibilidades de combinación para el sector, además, se presenta el factor de planta correspondiente de cada propuesta de instalación.

Tabla 39. Tabla resumen sector Sector SAUCAY

| TABLA RESUMEN | | | |
|---------------|-----------------------|---------------------|-------|
| Panel | Potencia Instalada kW | TRIO-5.8-TL-OUTD | |
| | TRIO-5.8-TL-OUTD | E. Neta anua (MW.h) | FP % |
| P1 | 10 | 10.50 | 11.98 |
| P2 | 10 | 10.44 | 11.91 |
| P3 | 10.4 | 10.98 | 12.06 |
| P4 | 12 | 12.70 | 12.08 |
| P5 | 10.4 | 10.96 | 12.03 |



3. CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS ECONÓMICO

3.1 Introducción

En el capítulo 2, se determinó la existencia de pre-factibilidad técnica para la implementación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCR) en el lugar en estudio, mediante la evaluación del recurso en el área (numeral 2.1), la determinación de lugares para posible implantación (numeral 2.2) y el diseño de sistemas fotovoltaicos para cada área (numeral 2.8).

En el presente capítulo se efectúan los procesos necesarios para determinar el costo de inversión para cada proyecto y su rentabilidad en distintos escenarios de financiamiento.

3.2 Determinación de costo de inversión inicial y costo de gasto fijo

La determinación del costo de inversión de los proyectos propuestos se efectuará en dos partes, las mismas comprenden el costo de inversión inicial y el costo por gastos fijos de operación y mantenimiento.

3.2.1 Determinación de costos de inversión inicial

En el numeral 1.4.1.1 del presente documento, se abordó la situación actual de los sistemas fotovoltaicos y su tendencia decreciente en cuanto a costos, siendo esta la razón principal del crecimiento de la potencia pico instalada.

Ahora bien, para proceder con la estimación es necesario realizar un desglose de los principales costos de inversión inicial en los proyectos fotovoltaicos, estos costos pueden dividirse en tres partes principales: 30% en módulos fotovoltaicos, 10 % en inversores y 60% en el balance del sistema que comprende costos indirectos como equipamiento secundario, estructuras, transporte e instalación de los sistemas [35]. La Figura 34, ilustra lo mencionado y considera además el valor de costos indirectos para los diferentes países (China, Alemania, India, Reino Unido, Italia, Jordania, Francia, Chile, España, EEUU, Australia



y Japón) [35]. Se debe recalcar que el país con mayor valor en costos indirectos es Japón seguido por Australia y Estados Unidos de Norteamérica.

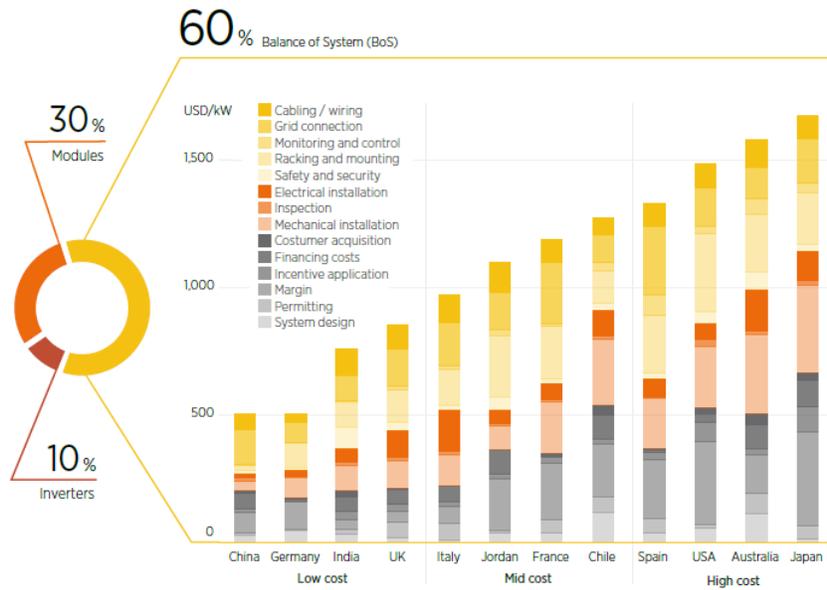


Figura 34. Desglose de precios de sistemas fotovoltaicos[35]

Tomando como referencia la Figura 2, mencionada en el numeral 1.4.1.1 del presente documento, el costo total de instalación para los sistemas fotovoltaicos a nivel global muestra tendencia decreciente. Para el año 2017 el promedio del costo de instalación total fue igual a 1 388 USD/kW, sin embargo, el costo no puede ser generalizado porque depende de la capacidad de potencia instalada la misma que puede clasificarse en: residencial, comercial y empresarial, como consecuencia su precio varía como se puede verificar en la Figura 35 [36].

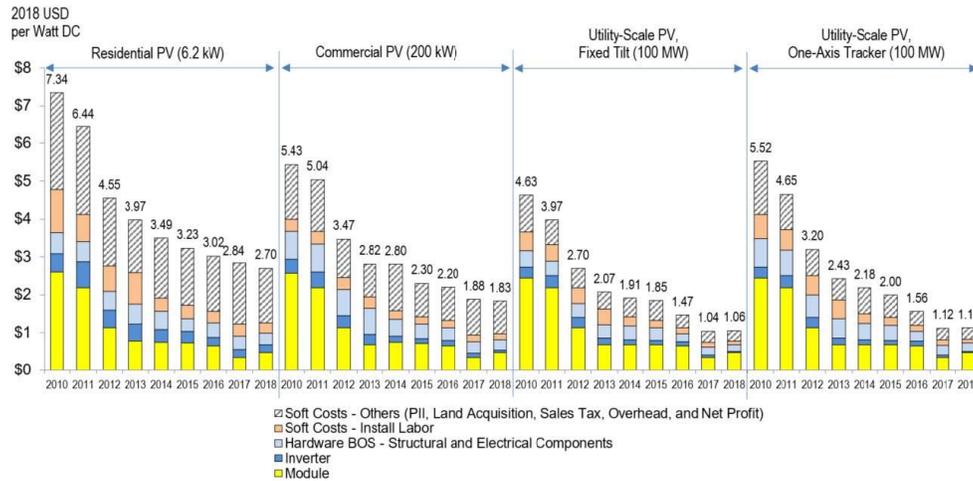


Figura 35. Costo total de instalación publicado por NREL[36].

La Figura 35 pertenece a los datos publicados por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) de los Estados Unidos de Norte América a fecha 2018 [36], en donde se representa el desglose y variación del precio de instalación de sistemas fotovoltaicos según la capacidad instalada dentro de EEUU. Dado que, el precio de instalación dentro de EEUU es mayor al promedio, se considera los rangos de valores publicados por la Agencia Internacional de Energía (IEA) [37].

3.2.1.1 Estimación de costos de módulos fotovoltaicos

Los costos de los módulos fotovoltaicos aunque tienen tendencia descendente varían según la tecnología utilizada, lo mencionado se fundamenta en [4], en donde el precio de un sistema fotovoltaico depende de varios factores, entre los principales están el tipo de tecnología utilizado, el tamaño y el país como se puede observar la Figura 36 la misma que compara el precio de los módulos fotovoltaicos considerando diferentes tecnologías y países. Además, a la derecha de la figura mencionada se muestra el valor promedio del precio de los módulos en el año 2015 valores que corresponden a diferentes países.

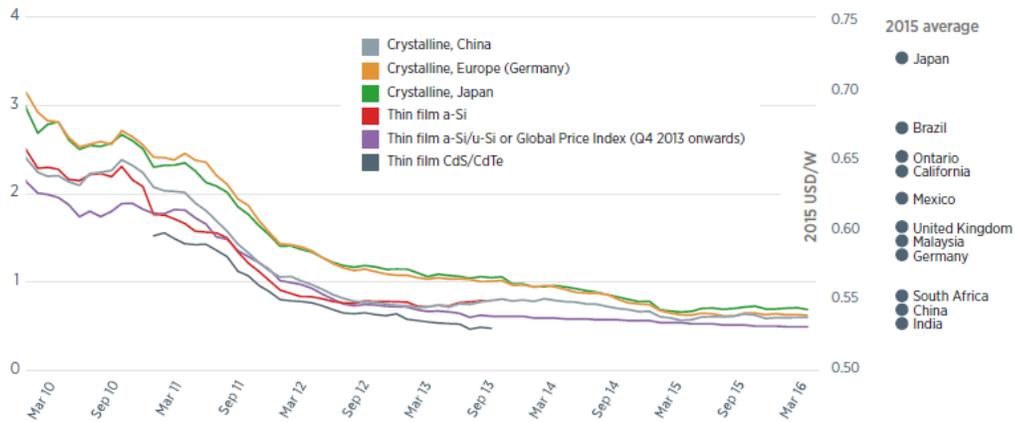


Figura 36. Variación de precios por tecnología [4].

Las gráficas y datos correspondientes a la Figura 36 se pueden encontrar en la página oficial de International Renewable Energy Agency (IRENA)³. Se debe mencionar que a pesar que la variación entre tecnologías no es significativa, los precios pueden variar según el país de procedencia, el valor correspondiente para cada país se puede observar en la Tabla 40 [37].

Tabla 40. Precios indicativos de módulos fotovoltaicos en diferentes países [37].

| COUNTRY | CURRENCY | LOCAL CURRENCY/W | USD/W |
|-----------|----------|------------------|-----------|
| AUSTRALIA | AUD | 0,53 - 1,35 | 0,4 - 1 |
| AUSTRIA | EUR | 0,38 - 0,63 | 0,4 - 0,7 |
| BELGIUM | EUR | 0,35 - 0,5 | 0,4 - 0,5 |
| CANADA | CAD | 0,75 - 0,81 | 0,6 - 0,6 |
| CHINA | CNY | 3 | 0,4 |
| DENMARK | DKK | 2 - 4 | 0,3 - 0,6 |
| FINLAND | EUR | 0,4 - 0,55 | 0,4 - 0,6 |
| GERMANY | EUR | 0,38 - 0,5 | 0,4 - 0,5 |
| ISRAEL | ILS | 1,30 | 0,3 |
| ITALY | EUR | 0,32 - 0,56 | 0,3 - 0,6 |
| JAPAN | JPY | 131 | 1,12 |
| KOREA | KRW | 456 - 646 | 0,4 - 0,5 |
| MALAYSIA | MYR | 1,34 - 1,54 | 0,3 - 0,4 |
| PORTUGAL | EUR | 0,3 - 0,6 | 0,3 - 0,7 |
| SPAIN | EUR | 0,45 - 0,64 | 0,5 - 0,7 |
| SWEDEN | SEK | 4,1 - 6,6 | 0,5 - 0,7 |
| USA | USD | 0,39 | 0,39 |

NOTES: DATA REPORTED IN THIS TABLE DO NOT INCLUDE VAT.
GREEN - LOWEST PRICE. RED - HIGHEST PRICE.

Finalmente, considerando los precios internacionales referenciales detallados en las Figura 36 y Tabla 40, se procede a definir el precio para paneles fotovoltaicos policristalinos igual

³ <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard>



a 0.47 USD/W y para paneles monocristalinos equivalente a 0.6 USD/W valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos previamente y considerados por la bibliografía [30], [36].

Se especifican dos precios aproximados debido a la necesidad de plantear diferencia entre costos de paneles policristalinos y monocristalinos siendo estos últimos los de mayor costo debido a la tecnología utilizada. Los módulos seleccionados tendrán los costos definidos en la Tabla 41 correspondientes a los valores planteados previamente.

Tabla 41. Precio de módulos seleccionados

| Procedencia | China | Japón | Alemania | Canadá | Canadá |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tecnología | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| Modelo | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| Potencia Pico del Panel (CEM) | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| COSTO USD | 117.5 | 117.5 | 122.2 | 180 | 156 |

Se debe aclarar que los valores son aproximados tomando en cuenta valores de fuentes bibliográficas internacionales.

3.2.1.2 Estimación de costo de inversores

Para la estimación del precio de los inversores conectados a la red, se tomará en cuenta los valores presentados en la Tabla 42 [36, p. 11].

Tabla 42. Costo por tipo de inversor (USD/Wdc)[36]

| Inverter Type | Sector | USD/Wac | DC-to-AC Ratio* | USD/Wdc |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| Single-Phase String Inverter | Residential PV (non-MLPE) | 0.14 | 1.15 | 0.12 |
| Microinverter | Residential PV (MLPE) | 0.45 | 1.15 | 0.39 |
| DC Power Optimizer String Inverter | Residential PV (MLPE) | 0.20 | 1.15 | 0.18 |
| Three-Phase String Inverter | Commercial PV (non-MLPE) | 0.09 | 1.15 | 0.08 |
| Central Inverter | Utility-scale PV (fixed-tilt) | 0.08 | 1.36 (oversized) ^b | 0.04 |
| Central Inverter | Utility-scale PV (1-axis tracker) | 0.08 | 1.30 (oversized) | 0.05 |



Con los valores detallados en la Tabla 42 y considerando las características de cada inversor se procederá a realizar el cálculo de su precio (Tabla 43).

Tabla 43. Precio de inversores seleccionados

| Tipo | Distribuido-1F | Distribuido-3F | Distribuido-3F | Central |
|-------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Nombre | UNO-DM-5.0-TL-PLUS | TRIO-5.8-TL-OUTD | TRIO-50-TL-OUTD | PVI-110.0-TL |
| Potencia CC nominal (W) | 5000 | 5800 | 50000 | 110000 |
| Costo (USD/Wdc) | 0.12 | 0.18 | 0.08 | 0.08 |
| Costo USD/inversor | 600 | 1044 | 4000 | 8800 |

3.2.1.3 Estimación de costos indirectos

La estimación de costos indirectos se efectuará empleando los costos detallados en el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) [36].

Los valores definidos en la Figura 37 , se encuentran caracterizados por la potencia instalada, por lo que se puede observar claramente que a mayor potencia, menor será el costo de instalación [36].

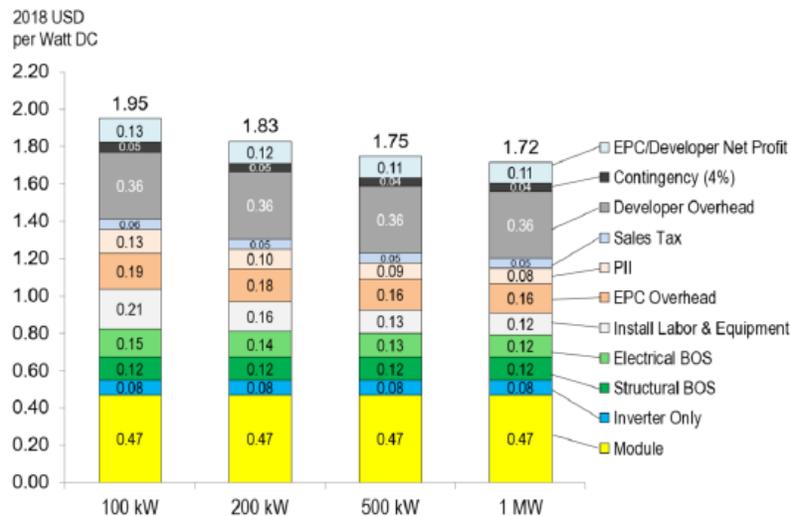


Figura 37. Desglose de costos totales de instalación[36].

La Figura 37, presenta el desglose de costos totales de una instalación fotovoltaica en función a la potencia instalada donde se presentan los siguientes valores : [36]

- Ganancia neta del desarrollo en diseño, adquisición y construcción o Engineering, Procurement and construction developer profit (EPC Developer Net Profit)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Valor de contingencia del 4%
- Gastos generales del desarrollador o Developer Overhead
- Impuesto de ventas o Sales Tax
- Permisos, inspección e interconexión o Permitting, inspection and interconnection(PII)
- Gastos generales en diseño, adquisición y construcción o EPC Overhead
- Labores de instalación y equipamiento o install labor and equipment
- Sistema eléctrico o Electrical BOS
- Estructuras o Structural BOS
- Costo de Inversor
- Costo de Módulo

Según se menciona en [36] los valores que conforman los costos indirectos son todos aquellos que resultan de la diferencia entre el costo total de la instalación y el costo del equipamiento (módulos e inversores). Además, se presenta una reducción de los costos a mayor potencia instalada como resultado de considerar la economía de escala en el estudio realizado por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) de los Estados Unidos de Norte América

Considerando que en las áreas seleccionadas de Saucay-Terreno y Saucay – Escombrera se dimensionaron dos sistemas fotovoltaicos con potencias alrededor de 100 kW y de 200 kW respectivamente, se emplearán dos valores distintos que deberán ser usados conforme a la necesidad tomando en cuenta lo detallado por la Figura 37, por lo tanto el valor de costos indirectos para el sistema fotovoltaico ubicado en el sector denominado SAUCAY-ESCOMBRERA será igual a 1.28 USD/W resultante de la diferencia entre los precios establecidos para el módulo e inversor y el costo total de la instalación correspondiente a instalaciones de 200 kWp, Así mismo, para el sistema fotovoltaico ubicado en el sector denominado SAUCAY – TERRENO será igual a 1.4 USD/W valor resultante de la diferencia entre el costo total correspondientes a sistemas de 100 kWp y el valor de los equipos previamente establecidos.



3.2.2 Estimación de costo de gastos fijos

Para determinar los costos de operación y mantenimiento de la central se tomará como referencia [7], [36], [37], en donde se menciona que los costos promedio de operación y mantenimiento anual de una central fotovoltaico se encuentran en el rango de 10 USD/kW a 18 USD/kW, además, en [36] se presenta la Figura 38 que detalla la diferencia de costos previstos para cada tipo de instalación.

Según se detalla en [36] la Figura 38 incluye los costos de mantenimiento preventivo programados a intervalos regulares de tiempo, los costos de mantenimiento correctivo con el remplazo de componentes incluyendo mano de obra y el remplazo de inversores en caso de falla. Los valores definidos de operación y mantenimiento sin tomar en cuenta el remplazo del inversor son \$11.5/kW/año para instalaciones residenciales, \$12.0/kW/año para instalaciones comerciales, \$9.1/kW/año para instalaciones mayores a 200 kW (escala de utilidad sin seguimiento) y \$10.4/kW/año para instalaciones mayores a 200 kW (escala de utilidad con seguimiento).

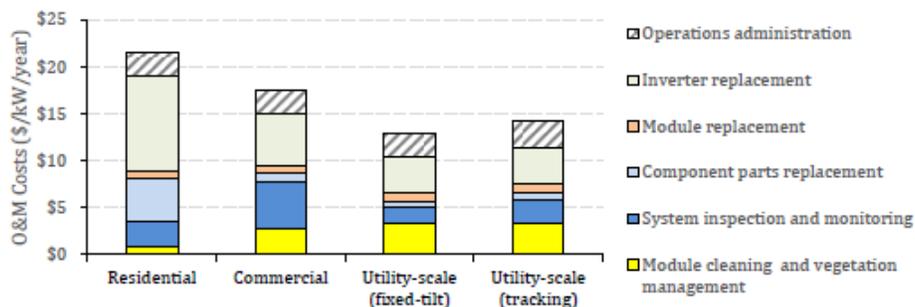


Figura 38. Desglose de costo de operación y mantenimiento[36]

Por lo tanto, considerando que los diseños de sistemas fotovoltaicos se encuentran dentro de la escala de potencia de tipo comercial y sin descartar la probabilidad de falla de sus inversores se planteará el uso de un costo anual en operación y mantenimiento igual a \$18/kW/año para todos los sistemas.



3.2.3 Estimación de costo de inversión SAUCAY-ESCOMBRERA

Se procede a determinar el costo de inversión de cada alternativa planteada en el numeral 2.8.1 correspondiente al sector de SAUCAY-ESCOMBRERA, estableciendo como referencia los valores detallados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 del presente documento.

En la Tabla 44 se muestran los valores correspondientes al costo de inversión inicial de cada combinación.

Tabla 44. Costos de inversión inicial SAUCAY-ESCOMBRERA

| SECTOR SAUCAY ESCOMBRERA | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|----------------------|---------------|-----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-------------|-----------------|
| Inversor | Panel | Número de Inversores | Total Paneles | Potencia Pico paneles(kW/p) | USD/PANEL | USD/INV | COSTOS INDIRECTOS (USD/W) | COSTO TOTAL | RELACION USD/kW |
| TRIO-50-TL-OUTD | P1 | 5 | 960 | 240 | 117.5 | 4000 | 1.28 | 440 000 | 1833.33 |
| | P2 | 5 | 960 | 240 | 117.5 | 4000 | 1.28 | 440 000 | 1833.33 |
| | P3 | 5 | 960 | 249.6 | 122.2 | 4000 | 1.28 | 456 800 | 1830.13 |
| | P4 | 5 | 950 | 285 | 195 | 4000 | 1.28 | 570 050 | 2000.18 |
| | P5 | 5 | 950 | 247 | 169 | 4000 | 1.28 | 496 710 | 2010.97 |
| PVI-110.0-TL | P1 | 2 | 972 | 243 | 117.5 | 8800 | 1.28 | 442 850 | 1822.43 |
| | P2 | 2 | 968 | 242 | 117.5 | 8800 | 1.28 | 441 100 | 1822.73 |
| | P3 | 2 | 972 | 252.72 | 122.2 | 8800 | 1.28 | 459 860 | 1819.64 |
| | P4 | 2 | 836 | 250.8 | 180 | 8800 | 1.28 | 489 104 | 1950.18 |
| | P5 | 2 | 924 | 240.24 | 156 | 8800 | 1.28 | 469 251.2 | 1953.26 |

Luego de haber estimado el costo del valor inicial para cada opción se tiene que proceder a determinar la relación USD/kW correspondiente. Esta relación ayuda a establecer el mejor rendimiento del dinero invertido al momento de la inversión inicial, es decir, la relación nos sirve como indicador para saber con qué opción se puede obtener mayor potencia instalada a menor costo.

Finalmente, se tiene que la opción que ofrece mayor rendimiento USD/kW es la correspondiente a la combinación inversor PVI-110.0-TL con el módulo Q.POWER-G5 260 de procedencia alemana, con relación de rendimiento igual a 1819.6422 USD/kW. En



consecuencia, el valor inicial de inversión para el sector SAUCAY-ESCOMBRERA será igual a \$ 459 860 para una instalación igual a 252.72 kW_p. considerada la mejor opción económica en función a los análisis previamente realizados.

3.2.4 Estimación de costo de inversión inicial SAUCAY-TERRENO

Se procede a determinar el costo de inversión de cada alternativa planteada en el numeral 2.8.2 correspondiente al sector de SAUCAY-TERRENO, estableciendo como referencia los valores detallados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 del presente documento.

En la Tabla 45 se muestran los valores correspondientes al costo de inversión inicial de cada combinación.

Tabla 45. Costos de inversión inicial SAUCAY-TERRENO

| SECTOR SAUCAY TERRENO | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|----------------------|---------------|-----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-------------|-----------------|
| Inversor | Panel | Número de Inversores | Total Paneles | Potencia Pico paneles (kWp) | USD/PANEL | USD/INV | COSTOS INDIRECTOS (USD/W) | COSTO TOTAL | RELACION USD/kW |
| TRIO-50-TL-OUTD | P1 | 2 | 414 | 103.5 | 117.5 | 4000 | 1.4 | 201 545 | 1947.29 |
| | P2 | 2 | 414 | 103.5 | 117.5 | 4000 | 1.4 | 201 545 | 1947.29 |
| | P3 | 2 | 400 | 104 | 122.2 | 4000 | 1.4 | 202 480 | 1946.923 |
| | P4 | 2 | 342 | 102.6 | 195 | 4000 | 1.4 | 218 330 | 2127.97 |
| | P5 | 2 | 400 | 104 | 169 | 4000 | 1.4 | 221 200 | 2126.92 |
| PVI-110.0-TL | P1 | 1 | 432 | 108 | 117.5 | 8800 | 1.4 | 210 760 | 1951.48 |
| | P2 | 1 | 432 | 108 | 117.5 | 8800 | 1.4 | 210 760 | 1951.48 |
| | P3 | 1 | 432 | 112.32 | 122.2 | 8800 | 1.4 | 218 838.4 | 1948.35 |
| | P4 | 1 | 400 | 120 | 180 | 8800 | 1.4 | 248 800 | 2073.33 |
| | P5 | 1 | 462 | 120.12 | 156 | 8800 | 1.4 | 249 040 | 2073.26 |

Al igual que el numeral 3.2.3, después de haber estimado el costo del valor inicial para cada opción, se tiene que proceder a determinar la relación USD/kW correspondiente, esta relación ayuda a establecer el mejor rendimiento del dinero invertido al momento de la inversión inicial.

Finalmente, se establece que la opción que ofrece mejor relación USD/kW es la correspondiente a la combinación inversor TRIO-50-TL-OUTD con el módulo Q.POWER-G5



260 de procedencia alemana con su relación de rendimiento igual a 1946.92 USD/kW y costo inicial igual a \$202 480 el mismo que corresponde a una instalación de 104 kW.

3.2.5 Estimación de costo de inversión inicial LABRADO

Considerando las opciones de diseño planteadas en el numeral 2.8.3 del presente documento y tomando como referencia los valores determinados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 se procede a realizar la estimación del costo inicial de inversión para el sector Labrado el mismo que se ubica en las coordenadas (2°43'44.7"S, 79°04'21.8"O).

Los resultados correspondientes al costo inicial de inversión para cada combinación se presentan en la Tabla 46.

Tabla 46. Costos de inversión inicial SECTOR-LABRADO

| SECTOR SAUCAY LABRADO | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|----------------------|---------------|-----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-------------|-----------------|
| Inversor | Panel | Número de Inversores | Total Paneles | Potencia Pico paneles (kWp) | USD/PANEL | USD/INV | COSTOS INDIRECTOS (USD/W) | COSTO TOTAL | RELACION USD/kW |
| UNO-DM-5.0-TL-PLUS | P1 | 2 | 40 | 10 | 117.5 | 600 | 1.28 | 18700 | 1870.00 |
| | P2 | 2 | 40 | 10 | 117.5 | 600 | 1.28 | 18700 | 1870.00 |
| | P3 | 2 | 36 | 9.36 | 122.2 | 600 | 1.28 | 17580 | 1878.21 |
| | P4 | 2 | 32 | 9.6 | 195 | 600 | 1.28 | 19728 | 2055.00 |
| | P5 | 2 | 36 | 9.36 | 169 | 600 | 1.28 | 19264.8 | 2058.21 |

Luego de haber realizado la estimación del costo inicial de inversión para cada alternativa se procede a determinar la relación USD/kW la misma que establece la mejor relación del dinero invertido en función a la potencia instalada. Sin embargo, de dicho análisis resulta que existen dos tipos de combinación con igual rendimiento.

Para determinar cuál de las dos combinaciones se acopla a las condiciones del lugar se procede a revisar el factor de planta determinado en el numeral 2.8.4 y presentado en la Tabla 34 lo mismo que señala la combinación que presenta el mejor rendimiento en producción energética; De donde resulta que, la combinación P1 con el inversor monofásico tiene un factor de planta de 11.98% mientras que, la combinación P2 con el inversor monofásico tiene un factor de planta de 11.91%.



En consecuencia, resulta que la combinación que ofrece mejores condiciones de rendimiento económico y de producción energética para el sector es el correspondiente a la combinación P1 con el inversor monofásico.

3.2.6 Estimación de costo de inversión inicial DUTASAY

Considerando las opciones de diseño planteadas en el numeral 2.8.4 del presente documento y tomando como referencia los valores determinados en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 se procede a realizar la estimación del costo inicial de inversión para el sector Dutasay el mismo que se ubica en las coordenadas (2°47'59.79"S, 79°0'37.51"O).

Los resultados correspondientes al costo inicial de inversión para cada combinación se presentan en la Tabla 47.

Tabla 47. Costos de inversión inicial SECTOR-DUTASAY

| SECTOR SAUCAY DUTASAY | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|----------------------|---------------|-----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-------------|-----------------|
| Inversor | Panel | Número de Inversores | Total Paneles | Potencia Pico paneles (kWp) | USD/PANEL | USD/INV | COSTOS INDIRECTOS (USD/W) | COSTO TOTAL | RELACION USD/kW |
| TRIO-5.8-TL-OUTD | P1 | 2 | 40 | 10 | 117.5 | 1044 | 1.28 | 19 588 | 1958.80 |
| | P2 | 2 | 40 | 10 | 117.5 | 1044 | 1.28 | 19 588 | 1958.80 |
| | P3 | 2 | 40 | 10.4 | 122.2 | 1044 | 1.28 | 20 288 | 1950.77 |
| | P4 | 2 | 40 | 12 | 195 | 1044 | 1.28 | 25 248 | 2104.00 |
| | P5 | 2 | 40 | 10.4 | 169 | 1044 | 1.28 | 22 160 | 2130.77 |

Al igual que el numeral 3.2.5, después de haber estimado el costo del valor inicial para cada opción, se tiene que proceder a determinar la relación USD/kW correspondiente, esta relación ayuda a establecer el mejor rendimiento del dinero invertido al momento de la inversión inicial.

Finalmente, se establece que la opción que ofrece mejor relación USD/kW es la correspondiente a la combinación inversor TRIO-5.8-TL-OUTD con el módulo Q.POWER-G5 260 de procedencia alemana con su relación de rendimiento igual a 1950.77 USD/kW y costo inicial igual a \$20 288 el mismo que corresponde a una instalación de 10.4 kW_p.



3.3 Análisis económico mediante diferentes escenarios

En los numerales anteriores del presente capítulo se determinaron las opciones de combinación que ofrecen un mejor rendimiento o relación costo/beneficio en el sector, sin embargo, esto no significa que el proyecto sea rentable debido a que hasta este punto no se realiza ningún análisis considerando el costo de venta de la energía generada por los sistemas fotovoltaicos, por lo tanto, es necesario realizar el análisis económico de tal manera que se pueda establecer la rentabilidad de los proyectos definiendo al mismo tiempo el precio mínimo de venta de energía para cada escenario de financiamiento mediante un análisis de sensibilidad.

Los escenarios seleccionados son:

- a) Autofinanciamiento (recursos propios).
- b) Préstamo bancario 50 % de inversión a 5 años con tasa de amortización cuota fija.
- c) Préstamo bancario 70 % de inversión a 5 años con tasa de amortización cuota fija.
- d) Préstamo bancario 50 % de inversión a 10 años con tasa de amortización cuota fija.
- e) Préstamo bancario 70 % de inversión a 10 años con tasa de amortización cuota fija.

3.3.1 Metodología

La metodología aplicada se encuentra detallada en [30], [38], en la misma se considera la regulación vigente en el sistema eléctrico ecuatoriano CONELEC 003/11 “Determinación de la metodología para el cálculo del plazo y de los precios referenciales de los proyectos de generación y autogeneración”[39], dentro de esta regulación se contempla la Ecuación 18, mediante la cual se deduce la tasa de descuento aplicando el método de Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC):

$$CPPC = CAPM\% \frac{Capital_Inversionitas}{Total_Inversión} + i\%(1 - T) \frac{Capital_Financiero}{Total_Inversión} \quad (18)$$



Donde:

$i\%$ es la tasa de interés del capital financiero; $(1 - T)$ es el Efecto de corrección de la tasa nominal, por el efecto fiscal; $CAPM\%$ es la tasa de rendimiento para el capital del inversionista

El cálculo definido para CAPM se detalla mediante la ecuación 19, definido en [38], [40]:

$$CAPM\% = \%_{LR} + \beta(\%_i - \%_{LR}) + PRM \quad (19)$$

Donde:

$\%_{LR}$ es la tasa libre de riesgos que se considera como la tasa en bonos del tesoro de EEUU para un periodo de 30 años.

$\%_i$ es la tasa de rentabilidad esperada sobre la cartera del mercado de activos riesgosos.

β es el factor de medida de riesgo el mismo que puede tener los siguientes valores:

$\beta = 1$ cuando el riesgo de inversión es igual al riesgo promedio del Mercado

$\beta < 1$ cuando el riesgo es menor al riesgo promedio del mercado

$\beta > 1$ cuando el riesgo es mayor al riesgo promedio del mercado

PRM es la prima por el riesgo asociado al mercado interno

3.3.1.1 Consideraciones

Para establecer el interés del banco se tomará como valor referencial el presentado por el Banco Central del Ecuador el cual establece la tasa de interés referencial para el sector productivo empresarial (Febrero-2019)⁴ igual a 9.84 % como mínimo y el máximo igual a 10.21 %. Por lo tanto, para el escenario de financiamiento con un plazo de 5 años se toma el valor mínimo igual a 9.84% y para un plazo de 10 años se toma el valor máximo igual a 10.21%.

⁴<https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/TasasVigentes022019.htm>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para determinar el efecto fiscal ($1 - T$) se deberá tomar en cuenta el valor de impuesto a la renta para sociedades dispuesto por el SRI que es igual al 25%, en el caso de ELECAUSTRO S.A se debe tomar en cuenta que la empresa es considerada parte del sector público, por lo tanto, no existirá efecto fiscal debido a que no se paga impuesto a la renta.

Finalmente, considerando lo mencionado en [30] aunque el valor de rendimiento para el capital del inversionista ($CAPM\%$) se debe realizar con la ecuación 19, en el país no existen estudios para el cálculo de los índices de sensibilidad orientadas al mercado de sistemas fotovoltaicos, por lo que se tomará un rendimiento mayor a las tasas de interés pasivas efectivas referenciales por plazo publicadas en la página oficial del Banco Central para febrero – 2019 , es decir, la tasa de interés referencial para un depósito de plazo fijo a un año o más se encuentra a interés anual de 7.85% sobre el capital, por lo tanto considerando el riesgo existente en la inversión las empresas deberán esperar valores de interés mayores obteniendo de esta forma ganancias superiores al arriesgar el capital en comparación con dejarlo a plazo fijo en la banca.

La Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP), es la base legal por la cual se encuentra regida ELECAUSTRO S.A, empresa sin fines de lucro que no puede colocar dinero en depósitos a plazo fijo, motivo por el cual no es válida la tasa de 7.85 % y debe considerarse para el cálculo un 3.5% como porcentaje de crecimiento de capital.

Posteriormente, se debe determinar el costo nivelado de energía o Levelized Cost of Energy (LCOE) [30], esto permite la comparación entre energías provenientes de diferentes fuentes [41]. Como base para el cálculo de LCOE se tomarán los valores de costos por año detallados en los numerales 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5 y 3.2.6, además de la energía producida por año considerando su degradación especificada,

El cálculo de LCOE para cada escenario se establece a través de la ecuación(20, mencionada en [30], [41], la misma que relaciona la sumatoria de inversión y costos con la sumatoria de energía generada a tiempo actual.



$$LCOE = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{(Egresos)_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^n \frac{(Producción)_j}{(1+i)^j}} \quad (20)$$

Donde:

i es la tasa de descuento; j es el año; n es la vida del sistema

Para efectuar la estimación correcta de costo nivelado de energía se deberá considerar el plazo establecido en el ANEXO II de la regulación CONELEC 003/11 que se define para la energía solar fotovoltaica en un plazo de 20 años de duración del título habilitante. Finalmente, luego de haber establecido el LCOE se lo define como costo mínimo por kW.h generado, en base al cual se procederá a realizar el análisis económico de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), en caso que los resultados signifiquen el rechazo del proyecto se deberá elevar el costo por venta de energía.

Antes de desarrollar el análisis de sensibilidad es importante definir los conceptos principales para obtener la correcta interpretación de resultados.

Para definir los conceptos necesarios se tomara en cuenta la referencia [42].

3.3.1.2 CONCEPTOS

3.3.1.2.1 Flujo de caja o estado de resultados

Es el análisis de resultados o de pérdidas que en breves palabras permite el cálculo de la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, valores que en forma abreviada representan el beneficio real de la operación de la planta y que se obtiene restando a los ingresos todos los costos en los cuales incurre la planta y los impuestos que deberá pagar [42]. La Tabla 48 demuestra lo mencionado en el presente párrafo.



Tabla 48 Ejemplo de Flujo de efectivo o estado de resultados [42].

| Flujo | Concepto | Observaciones |
|-------|------------------------------|--|
| + | Ingresos | Precio de venta multiplicando por el número de unidades vendidas |
| - | Costo de producción | |
| = | Utilidad marginal | |
| - | Costos de administración | |
| - | Costos de venta | |
| - | Costos financieros | Costos financieros y financiamiento |
| = | Utilidad bruta | Impuesto sobre la renta |
| - | ISR (42%) | Reparto de utilidades a los trabajadores |
| - | RUT (10%) | |
| = | Utilidad neta | |
| + | Depreciación y amortización | |
| - | Pago a principal | |
| = | Flujo neto de efectivo (FNE) | |

3.3.1.2.2 Flujo neto

El flujo neto es la cantidad que resulta del análisis de resultados y es la cantidad que se usan en la evaluación económica. En resumen, mientras mayores sean los flujos netos de efectivo, mejor será la rentabilidad económica de la empresa. La Figura 39 representa el diagrama de flujos netos obtenidos de una empresa a lo largo de 5 años.

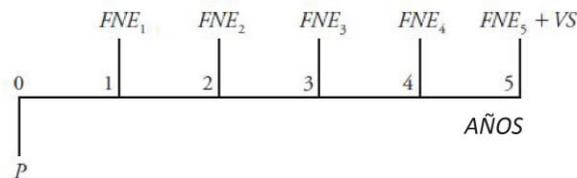


Figura 39. Diagrama de flujo neto de efectivo[42].

3.3.1.2.3 Valor Actual Neto (VAN)

El valor presente neto es el valor monetario a tiempo actual que resulta de restar la suma de flujos netos a la inversión inicial. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. La tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del



producto entre el coste medio ponderado de capital y la tasa de inflación del periodo. Cuando la equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula que permite calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t ; I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión; n es el número de periodos considerados; k es el tipo de interés.

El valor actual neto es fundamental para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado. Si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión.

3.3.1.2.4 Tasa interna de retorno (TIR)

El valor de tasa interna de es aquel interés que hace que el VAN sea igual a cero, es decir, que el interés esperado por los inversionistas deberá ser menor al TIR para que signifique que el proyecto es considerado económicamente rentable.

El TIR realiza el mismo cálculo llevando el VAN a cero, por lo cual el resultado de esta ecuación da por resultado un porcentaje, que luego será comparado con el porcentaje de interés que se haya definido como más seguro. Como su nombre lo indica, la TIR muestra un valor de rendimiento interno de la empresa expresado en porcentaje, y comparable a una tasa de interés.

Para realizar el análisis de viabilidad de la empresa, la tasa de rendimiento interno (TIR) debe ser comparada con una “tasa mínima de corte”, que representa el costo de oportunidad de la inversión. Se trata de dos porcentajes que pueden ser comparados de forma directa, y el que sea mayor, representará entonces una mayor rentabilidad.



De esta forma, se puede realizar una comparación simple entre ambos porcentajes y de acuerdo a esta comparación se determina si el proyecto se debe o no se debe llevar a cabo. El análisis de la TIR es el siguiente, donde r es el costo de oportunidad:

- Si $TIR > r$ entonces se aprobará el proyecto.
- Si $TIR < r$ entonces se rechazará el proyecto.

Donde r representa el costo de oportunidad.

3.3.2 Análisis económico sector SAUCAY-ESCOMBRERA

El análisis de cada escenario de financiamiento realizado para el sector denominado Saucay-Escobrerera se presenta en el Anexo 14.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los escenarios planteados donde la Tabla 49, contiene la asignación de nomenclatura para cada escenario planteado y la Tabla 50 contiene los resultados obtenidos para cada uno:

Tabla 49. Asignación de nomenclatura a escenarios de financiamiento.

| ESCENARIO | NOMENCLATURA |
|------------------------------|--------------|
| AUTOFINANCIAMIENTO | A |
| FINANCIAMIENTO 50% A 5 AÑOS | B |
| FINANCIAMIENTO 70% A 5 AÑOS | C |
| FINANCIAMIENTO 50% A 10 AÑOS | D |
| FINANCIAMIENTO 70% A 10 AÑOS | E |

Tabla 50. Tabla resumen de resultados planteados SAUCAY-ESCOMBRERA

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| VAN | \$0.00 | -\$19,955.52 | -\$16,314.47 | -\$37,055.11 | -\$29,673.36 |
| TIR | 3.50% | 6% | 7% | 5% | 7% |
| LCOE | \$ 0.15 | \$ 0.19 | \$ 0.20 | \$ 0.19 | \$ 0.21 |

Por lo tanto, se obtiene que mediante el uso de la metodología planteada en [29], [30] el escenario que resulta ser rentable es correspondiente al de autofinanciamiento con precio de venta de energía igual a 0.15 \$/kW.h. Dicho valor garantiza el interés esperado por la empresa ELECAUSTRO S.A.



3.3.3 Análisis económico sector SAUCAY-TERRENO

De igual forma a lo realizado en el análisis económico Saucay Escombrera, se procederá a realizar el análisis económico para el sector SAUCAY-TERRENO, dicho análisis se lo presenta en el Anexo 15.

A continuación, en la Tabla 51 se presentan los resultados para los escenarios planteados mismos que presentan el análisis de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR):

Tabla 51. Tabla resumen de resultados planteados SAUCAY-TERRENO

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|---------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| VAN | \$0.00 | -\$8,786.57 | -\$7,183.39 | -\$16,315.66 | -\$13,065.42 |
| TIR | 3.50% | 6% | 7% | 5% | 7% |
| LCOE | \$ 0.16 | \$ 0.20 | \$ 0.22 | \$ 0.20 | \$ 0.22 |

Por lo tanto, se obtiene que mediante el uso de la metodología planteada en [29], [30] el escenario que resulta ser rentable es correspondiente al de autofinanciamiento con precio de venta de energía igual a 0.16 \$/kW.h. Dicho valor garantiza el interés esperado por la empresa ELECAUSTRO S.A.

3.3.4 Análisis económico Sector LABRADO

El análisis económico realizado para el sector Labrado es similar al procedimiento aplicado para determinar el análisis económico correspondiente a los sectores Saucay-terreno y Saucay-Escombrera, considerando un costo de inversión inicial igual a \$ 18700. Dicho análisis se lo presenta en el Anexo 16.

Los resultados correspondientes al análisis de cada uno de los escenarios planteados se los presenta en la Tabla 52.

Tabla 52. Tabla resumen de resultados planteados Sector-Labrado

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|--------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| VAN | \$0.00 | -\$811.48 | -\$663.42 | -\$1,506.83 | -\$1,206.65 |
| TIR | 3.50% | 6% | 7% | 5% | 7% |



| | | | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LCOE | \$ 0.153 | \$ 0.193 | \$ 0.210 | \$ 0.195 | \$ 0.214 |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|

En definitiva, del análisis realizado mediante la aplicación de la metodología planteada en [29], [30] resulta que el escenario rentable es el correspondiente al de autofinanciamiento con precio de venta de energía establecido de 0.15 \$/kW.h garantizando el pago de todos los costos esperados y la recuperación del capital con el interés de crecimiento esperado por la empresa ELECAUSTRO S.A.

3.3.5 Análisis económico Sector DUTASAY

El análisis económico realizado para el sector Dutasay es similar al procedimiento aplicado para determinar el análisis económico correspondiente a los sectores Saucay-terreno y Saucay-Escombrera, considerando un costo de inversión inicial igual a \$ 20 288. Dicho análisis se lo presenta en el Anexo 17.

Los resultados correspondientes al análisis de cada uno de los escenarios planteados se los presenta en la Tabla 53.

Tabla 53. Tabla resumen de resultados planteados Dutasay

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|----------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| VAN | \$0.00 | -\$880.39 | -\$719.76 | -\$1,634.79 | -\$1,309.12 |
| TIR | 3.50% | 6.00% | 7.29% | 5.37% | 6.65% |
| LCOE | \$ 0.157 | \$ 0.199 | \$ 0.216 | \$ 0.201 | \$ 0.220 |

En definitiva, del análisis realizado mediante la aplicación de la metodología planteada en [29], [30] resulta que el escenario rentable es el correspondiente al de autofinanciamiento con precio de venta de energía establecido de 0.157 \$/kW.h garantizando el pago de todos los costos esperados y la recuperación del capital con el interés de crecimiento esperado por la empresa ELECAUSTRO S.A.



3.4 Análisis de sensibilidad

Finalmente, se realiza el análisis de sensibilidad en el cual mediante la variación del precio de venta de energía se determina el valor mínimo de \$/kW.h al que cada escenario de financiamiento se vuelve rentable.

Los numerales 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4 presentan los resultados del análisis de sensibilidad correspondientes a los sectores de SAUCAY-ESCOBRERA, SAUCAY-TERRENO, Sector-LABRADO y Sector-DUTASAY.

3.4.1 Análisis de sensibilidad sector SAUCAY-ESCOBRERA

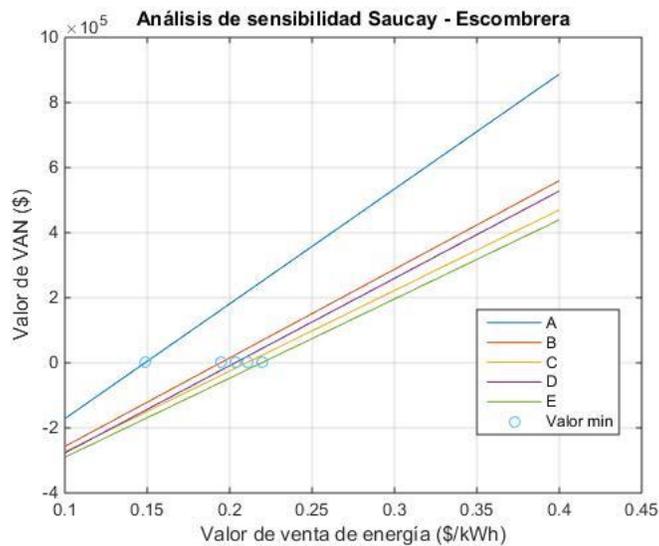


Figura 40. Análisis de sensibilidad VAN vs \$/kWh SAUCAY-ESCOBRERA

La Figura 40 demuestra la variación del VAN en función al precio de venta de energía, los círculos representan los valores mínimo de venta de energía para los cuales el VAN de cada escenario se vuelve positivo, los mismos que corresponden a los datos presentados en la Tabla 54.

Tabla 54. Valores mínimos de venta de energía SAUCAY-ESCOBRERA

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| VAN | \$ 1,343.01 | \$ 1,645.30 | \$ 1,835.50 | \$ 2,009.50 | \$ 1,592.30 |
| TIR | 3.533% | 6.725% | 8.010% | 6.935% | 8.281% |
| LCOE | 0.149 | 0.195 | 0.211 | 0.204 | 0.22 |



Al realizar el análisis económico con los nuevos valores de LCOE determinados bajo el análisis de sensibilidad se obtienen la figura correspondiente al flujo neto y acumulado de cada escenario (Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45) se presentan a continuación.



Figura 41. Flujo neto y acumulado autofinanciamiento sector: SAUCAY-ESCOMBRERA

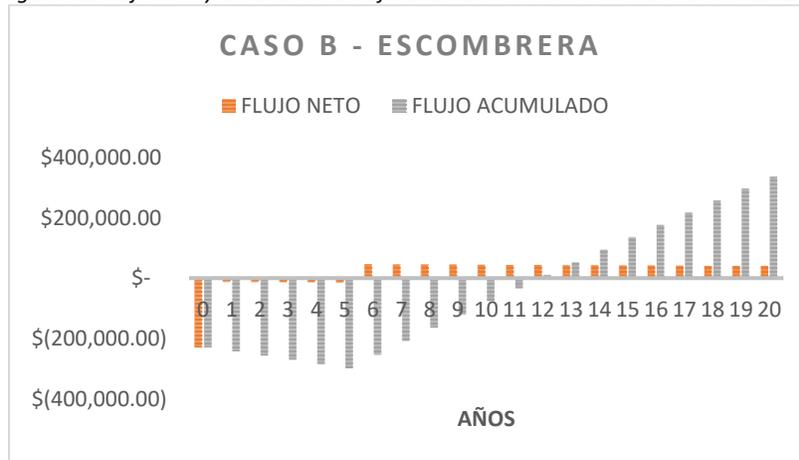




Figura 42. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 5 años sector: SAUCAY-ESCOMBRERA

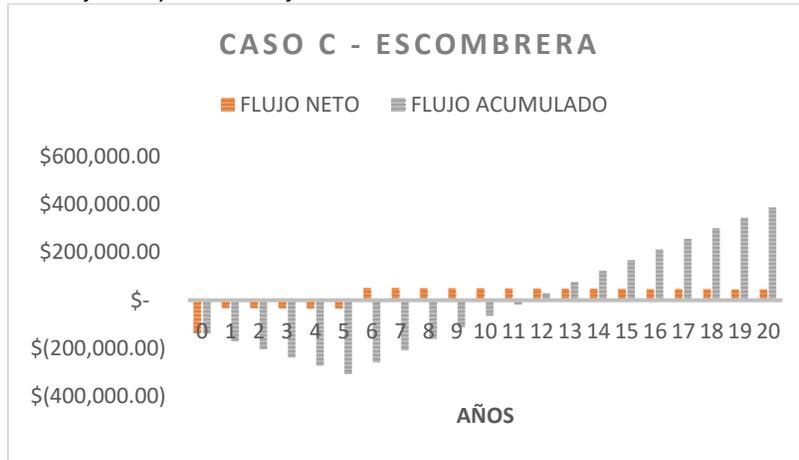


Figura 43. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 5 años sector: SAUCAY-ESCOMBRERA

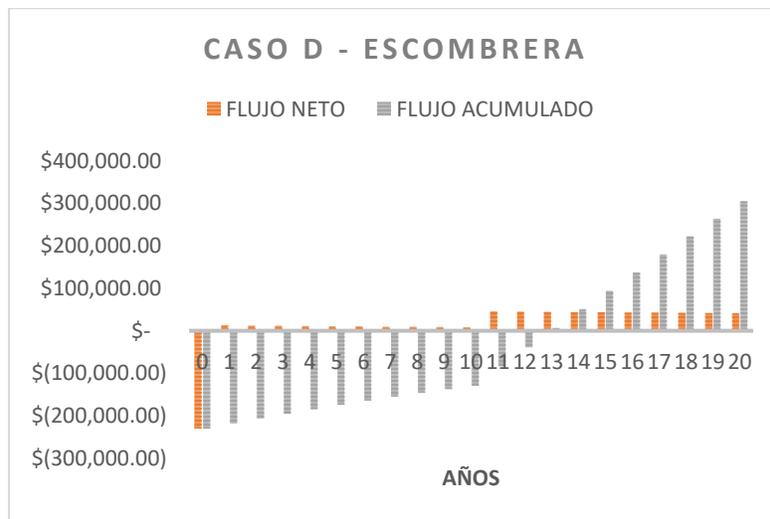


Figura 44. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 10 años sector: SAUCAY-ESCOMBRERA

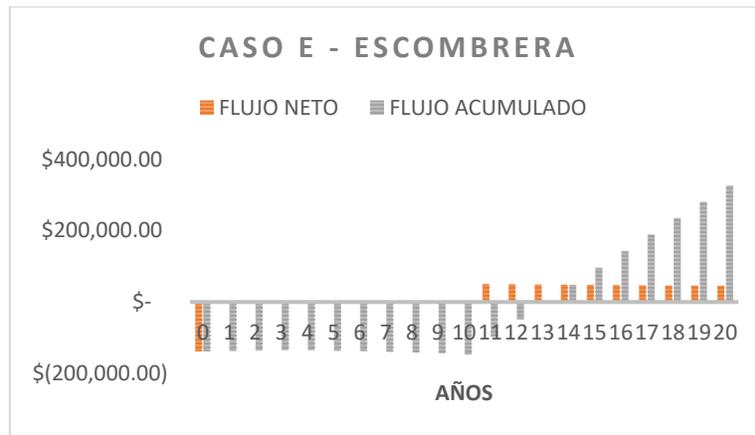


Figura 45. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 10 años sector: SAUCAY-ESCOMBRERA

Así mismo, basados en los resultados demostrados en la Tabla 54 y en las gráficas obtenidas (Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44 y Figura 45) se tiene que a pesar de demostrarse la rentabilidad de todos los escenarios de financiamiento, existen flujos netos negativos para los escenarios B,C y E lo cual significa que el valor de ingresos no es suficiente para cubrir los gastos fijos teniendo que aportarse dinero para cubrir dichos gastos.

En conclusión, los escenarios A y D se consideran rentables demostrando de esta forma la pre-factibilidad económica para valores de venta de energía iguales a 0.149 \$/kWh para el escenario de autofinanciamiento y 0.22\$/kWh para el escenario de inversión D (financiamiento 50% a 10 AÑOS plazo).

3.4.2 Análisis de sensibilidad sector SAUCAY-TERRENO

Al igual que el numeral 3.4.1 (Análisis de sensibilidad sector SAUCAY-ESCOMBRERA), se procede a la variación del valor de venta de energía (\$/kWh) para poder determinar el valor mínimo de venta de energía en el que los escenarios de financiamiento se vuelven rentables.

La Figura 46 demuestra la variación del VAN en función al precio de venta de energía, los círculos representan los valores mínimo de venta de energía para los cuales el VAN de cada escenario se vuelve positivo, los mismos que corresponden a los datos presentados en la Tabla 54.

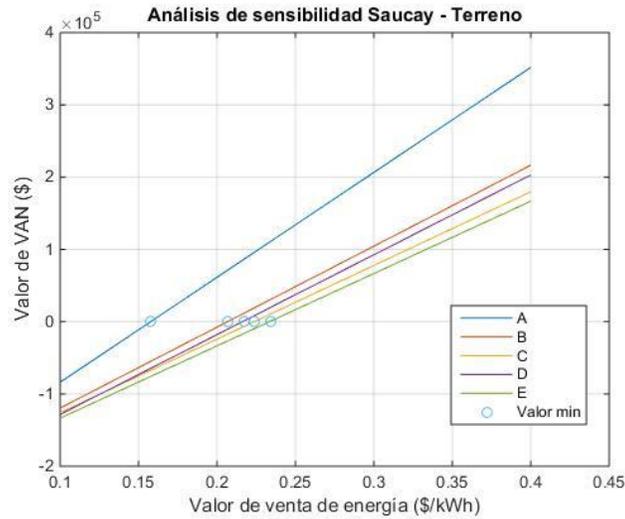


Figura 46. Análisis de sensibilidad VAN vs \$/kWh SAUCAY-TERRENO

Tabla 55. Valores mínimos de venta de energía SAUCAY-TERRENO

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VAN | \$386.69 | \$310.55 | \$305.84 | \$885.30 | \$578.07 |
| TIR | 3.52% | 6.69% | 7.97% | 6.94% | 8.27% |
| LCOE | \$ 0.158 | \$ 0.207 | \$ 0.224 | \$ 0.217 | \$ 0.234 |

Al realizar el análisis económico con los nuevos valores de LCOE determinados bajo el análisis de sensibilidad se obtienen la figura correspondiente al flujo neto y acumulado de cada escenario (Figura 47, Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51) los mismos se presentan a continuación.



Figura 47. Flujo neto y acumulado autofinanciamiento sector: SAUCAY-TERRENO



UNIVERSIDAD DE CUENCA

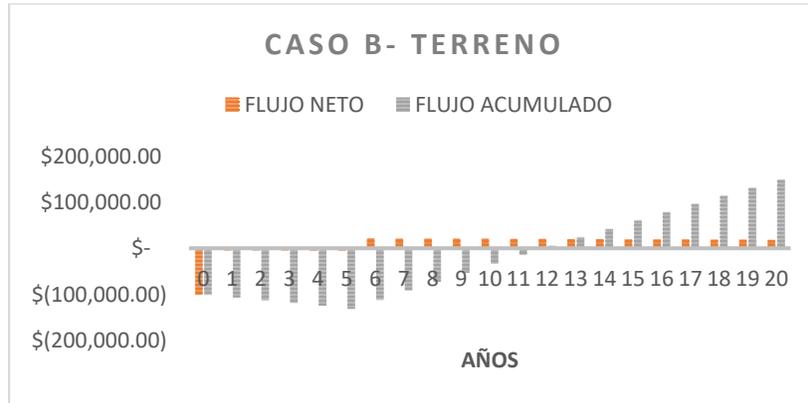


Figura 48. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 5 años sector: SAUCAY-TERRENO

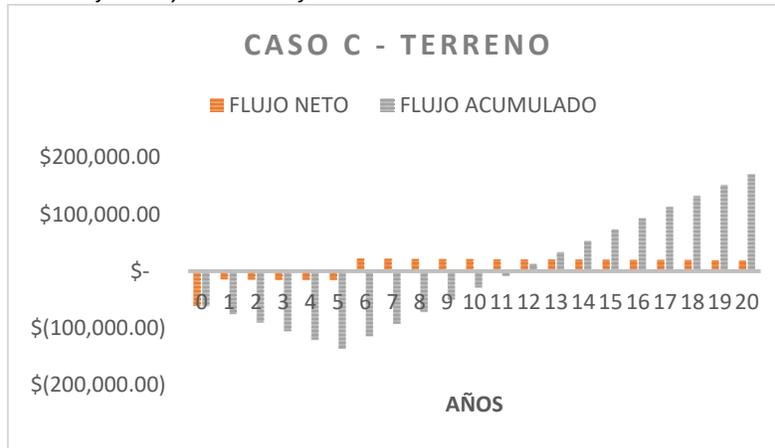


Figura 49. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 5 años sector: SAUCAY-TERRENO

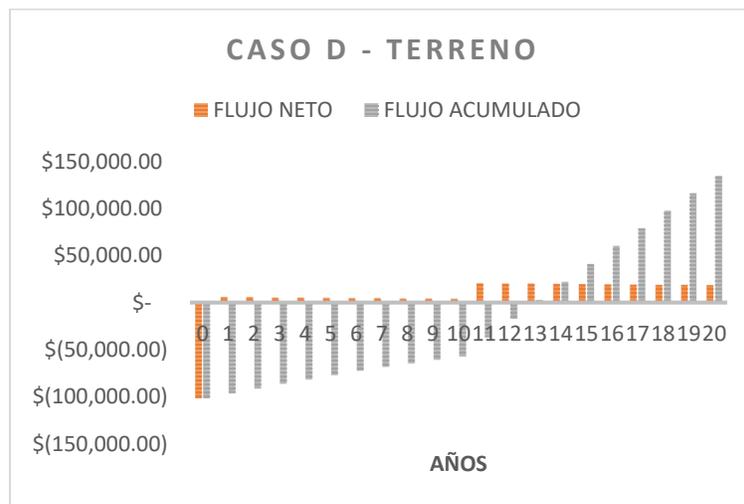


Figura 50. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 10 años sector: SAUCAY-TERRENO

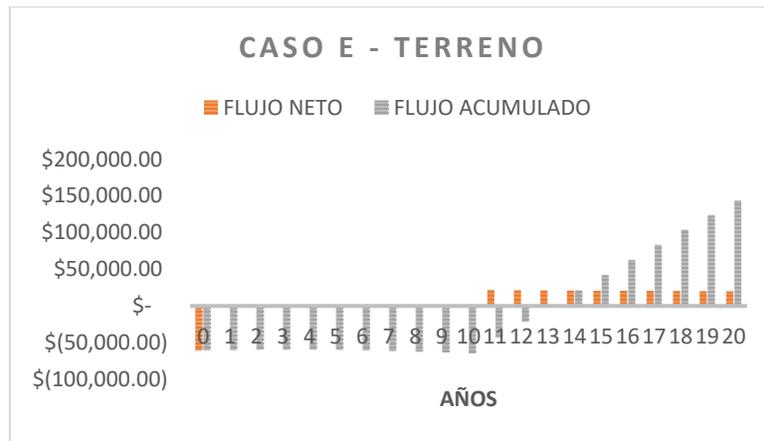


Figura 51. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 10 años sector: SAUCAY-TERRENO

Así mismo, basados en los resultados demostrados en la

Tabla 55 y en las gráficas obtenidas (Figura 47, Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51) se tiene que a pesar de demostrarse la rentabilidad de todos los escenarios de financiamiento, existen flujos netos negativos para los escenarios B,C y E lo cual significa que el valor de ingresos no es suficiente para cubrir los gastos fijos del flujo de caja teniendo que aportarse dinero para cubrir dichos gastos.

En conclusión, los escenarios A y D se consideran rentables demostrando de esta forma la pre-factibilidad económica para valores de venta de energía iguales a 0.158 \$/kWh para el escenario de autofinanciamiento y 0.22\$/kWh para el escenario de inversión D (financiamiento 50% a 10 AÑOS plazo).

3.4.3 Análisis de sensibilidad sector SECTOR-LABRADO

De similar manera al análisis de sensibilidad realizado en los numerales 3.4.1 y 3.4.2 se procede a la variación del valor de venta de energía (\$/kWh) para poder determinar el valor mínimo de venta por cada kWh generado en el que los escenarios de financiamiento se vuelven rentables.

La Figura 52 contiene la variación del VAN en función al precio de venta de energía, los círculos representan los valores mínimo de venta de energía para los cuales el VAN de cada escenario se vuelve positivo, los mismos que corresponden a los datos presentados en la



Tabla 56.

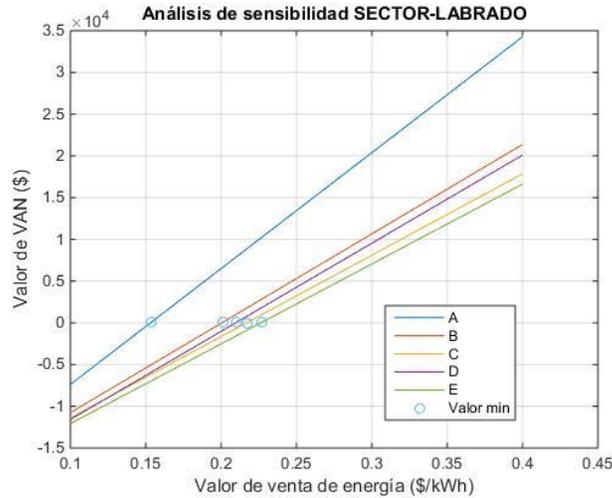


Figura 52. Análisis de sensibilidad VAN vs \$/kWh SECTOR-LABRADO

Tabla 56. Valores mínimos de venta de energía SECTOR-LABRADO

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| VAN | \$0.00 | \$56.24 | \$11.95 | \$38.98 | \$69.70 |
| TIR | 3.50% | 6.72% | 7.95% | 6.89% | 8.29% |
| LCOE | \$ 0.153 | \$ 0.201 | \$ 0.217 | \$ 0.210 | \$ 0.227 |

Al haber realizado el análisis económico con los nuevos valores de LCOE determinados mediante el análisis de sensibilidad se obtienen las figuras correspondientes al flujo neto y acumulado de cada escenario (Figura 53, Figura 54, Figura 55, Figura 56, Figura 57) de financiamiento planteado.

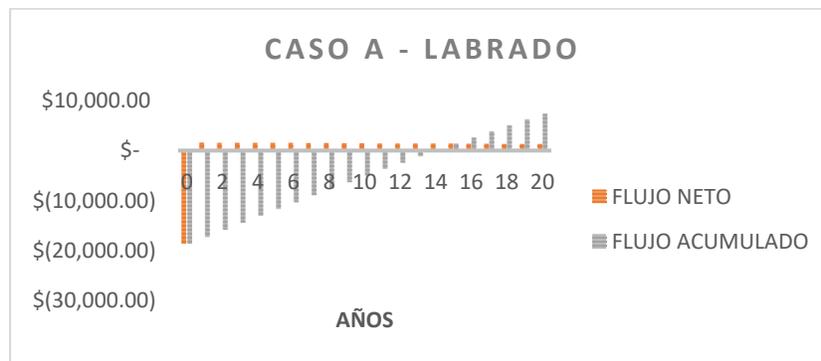


Figura 53. Flujo neto y acumulado autofinanciamiento sector: SECTOR-LABRADO



UNIVERSIDAD DE CUENCA

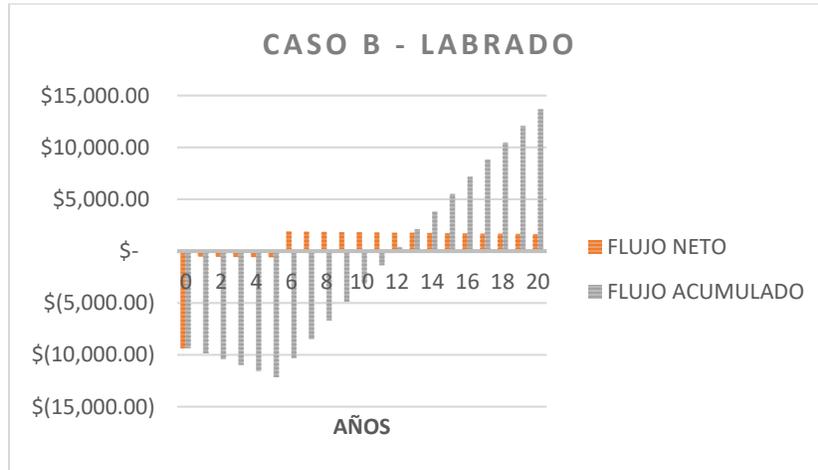


Figura 54. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 5 años sector: SECTOR-LABRADO

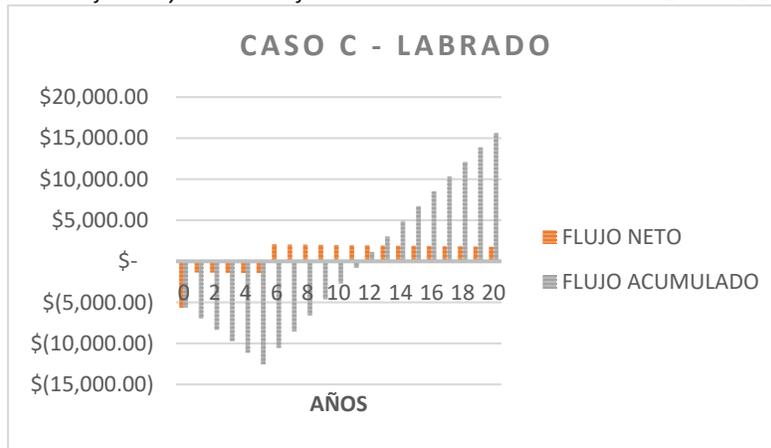


Figura 55. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 5 años sector: SECTOR-LABRADO

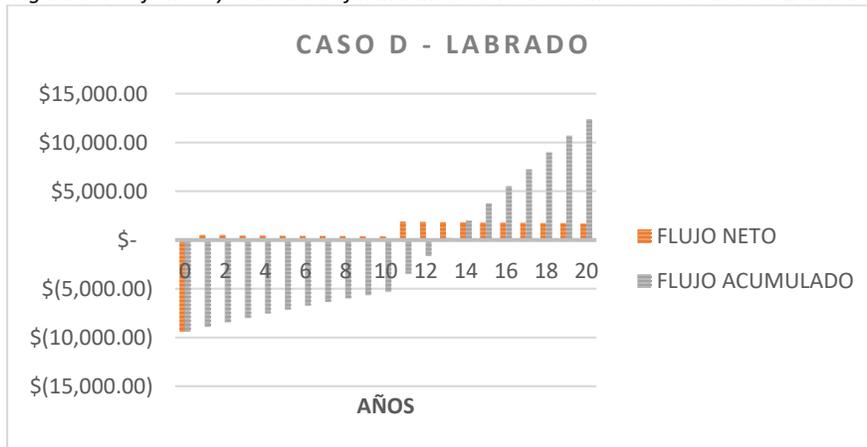


Figura 56. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 10 años sector: SECTOR-LABRADO

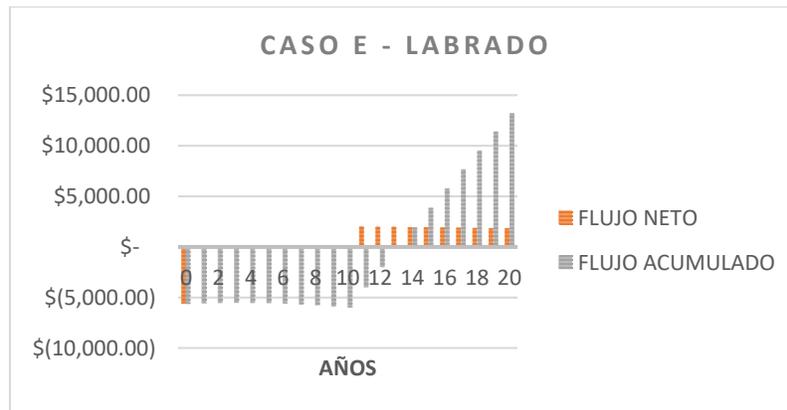


Figura 57. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 10 años sector: SECTOR-LABRADO

De igual manera, al realizarse el análisis de las figuras correspondientes a cada escenario de financiamiento planteado para el sector LABRADO se tiene que a pesar de demostrarse la rentabilidad de los escenarios mediante el análisis económico existen flujos netos negativos para los escenarios B, C y E (Figura 54, Figura 55, Figura 57).

En consecuencia, los escenarios A y D se consideran rentables demostrando la existencia de pre-factibilidad económica para valor de venta de energía igual a 0.153 \$/kWh para el escenario A (autofinanciamiento) y 0.21 \$/kWh para el escenario D (financiamiento 50% a 10 AÑOS plazo).

3.4.4 Análisis de sensibilidad sector SECTOR-DUTASAY

De similar manera al análisis de sensibilidad realizado en los numerales 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 se procede a la variación del valor de venta de energía (\$/kWh) para poder determinar el valor mínimo de venta por cada kWh generado en el que los escenarios de financiamiento se vuelven rentables.

La Figura 58 contiene la variación del VAN en función al precio de venta de energía, los círculos representan los valores mínimo de venta de energía para los cuales el VAN de cada escenario se vuelve positivo, los mismos que corresponden a los datos presentados en la Tabla 57 .

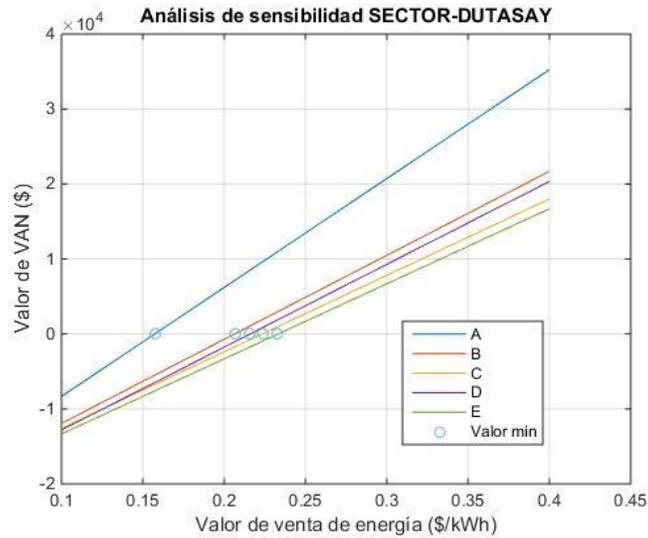


Figura 58. Análisis de sensibilidad VAN vs \$/kWh SECTOR-DUTASAY

Tabla 57. Valores mínimos de venta de energía SECTOR-DUTASAY

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VAN | \$0.00 | \$67.59 | \$60.18 | \$11.97 | \$84.89 |
| TIR | 3.50% | 6.72% | 7.99% | 6.87% | 8.30% |
| LCOE | \$ 0.157 | \$ 0.207 | \$ 0.224 | \$ 0.216 | \$ 0.234 |

Al haber realizado el análisis económico con los nuevos valores de LCOE determinados mediante el análisis de sensibilidad se obtienen las figuras correspondientes al flujo neto y acumulado de cada escenario (Figura 59, Figura 60, Figura 61, Figura 62, Figura 63) de financiamiento planteado.

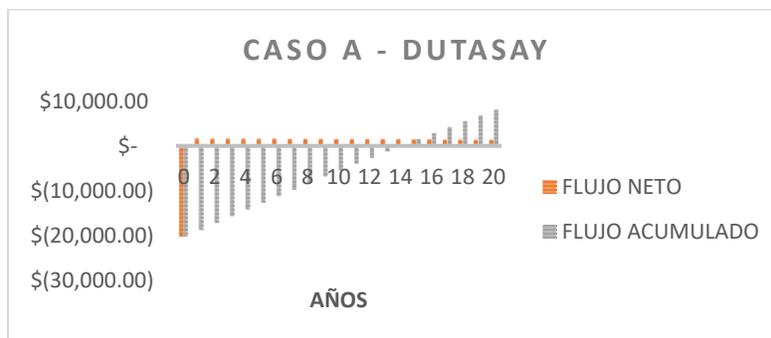


Figura 59. Flujo neto y acumulado autofinanciamiento sector: SECTOR-DUTASAY



UNIVERSIDAD DE CUENCA

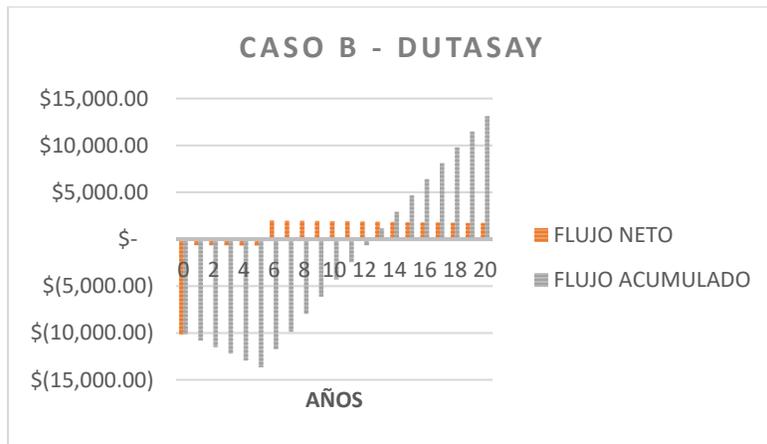


Figura 60. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 5 años sector: SECTOR-DUTASAY

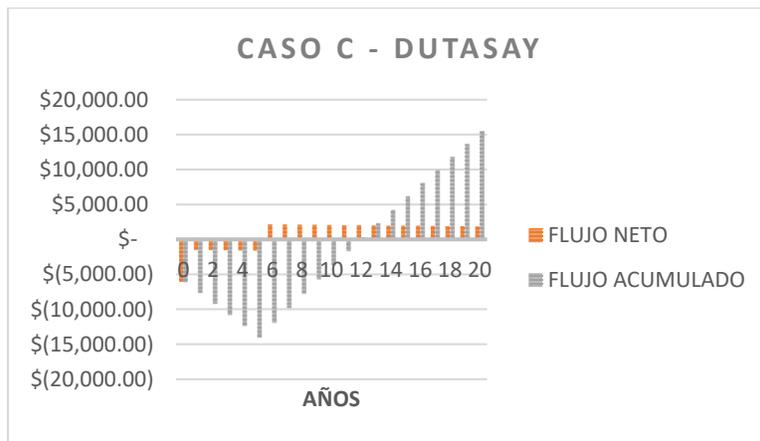


Figura 61. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 5 años sector: SECTOR-DUTASAY

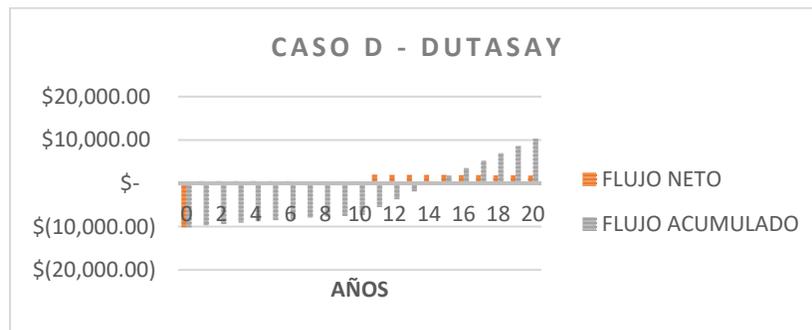


Figura 62. Flujo neto y acumulado financiamiento 50% a 10 años sector: SECTOR-DUTASAY



UNIVERSIDAD DE CUENCA

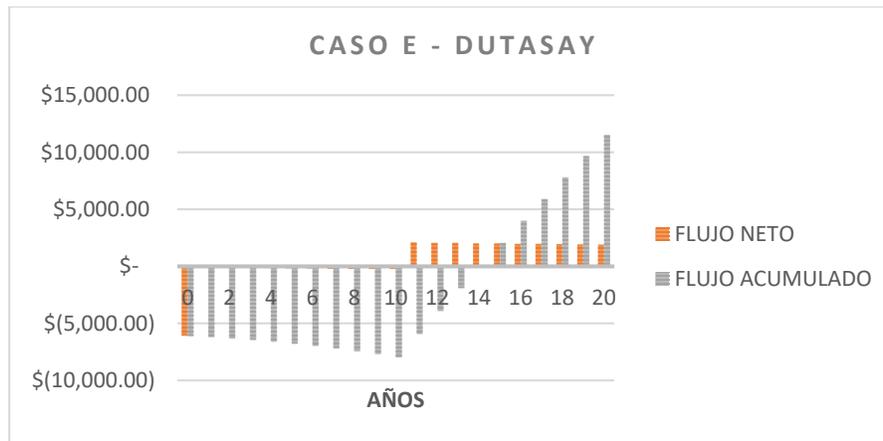


Figura 63. Flujo neto y acumulado financiamiento 70% a 10 años sector: SECTOR-DUTASAY

De igual manera, al realizarse el análisis de las figuras correspondientes a cada escenario de financiamiento planteado para el sector Dutasay se tiene que a pesar de demostrarse la rentabilidad de los escenarios mediante el análisis económico existen flujos netos negativos para los escenarios B, C y E (Figura 54, Figura 55, Figura 57).

En consecuencia, los escenarios A y D se consideran rentables demostrando la existencia de pre-factibilidad económica para valor de venta de energía igual a 0.157 \$/kWh para el escenario A (autofinanciamiento) y 0.201 \$/kWh para el escenario D (financiamiento 50% a 10 AÑOS plazo).



4. CAPÍTULO 4 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

4.1.1 Conclusión General

Se realizó el estudio de pre-factibilidad para el Complejo Hidroeléctrico Machángara determinando la existencia de suficiente recurso solar en el sector para la elaboración de proyectos fotovoltaicos, así mismo, se determina áreas para la implementación de generación fotovoltaica mediante el uso de mapas y levantamiento GPS, se establece el diseño técnico a nivel de pre-factibilidad con diferentes modelos de paneles fotovoltaicos e inversores, de igual manera, se establece el costo aproximado de inversión para cada alternativa planteada y; se obtiene el rendimiento económico y energético determinando la configuración óptima de inversión.

Posteriormente, se presenta el respectivo análisis económico y de sensibilidad considerando cinco escenarios de inversión (autofinanciamiento, 50% de financiamiento a 5 años, 70% de financiamiento a 5 años, 50% de financiamiento a 10 años, 70% de financiamiento a 10 años) mediante los cuales se determina la rentabilidad y el precio mínimo de venta de energía para cada opción de inversión planteada. Del análisis resulta que los escenarios que se consideran rentables son los correspondientes al autofinanciamiento como consecuencia de la ausencia de pagos en interés a la entidad financiera y con financiamiento de 50% a 10 años plazo debido a que las cuotas de amortización del préstamo son menores en comparación al resto de escenarios planteados.

Por un lado, mediante el estudio del recurso solar, la determinación de áreas y la elaboración de diseños fotovoltaicos se determina la existencia de pre-factibilidad técnica para el Complejo Hidroeléctrico Machángara. En consecuencia, se obtiene cuatro áreas y diseños seleccionados bajo diferentes consideraciones. Las áreas corresponden dos al sector Saucay (denominadas Saucay-Escombrera y Saucay-Terreno) una al sector Labrado y una al sector Dutasay.



Mientras que mediante el análisis económico y el análisis de sensibilidad se determina la existencia de pre-factibilidad económica en el sector. Se debe aclarar que, el análisis económico se aplicó a la opción de diseño que presenta mejor balance técnico económico que fue determinado a partir de la estimación del costo inicial de inversión para cada opción de diseño.

Finalmente, al haberse demostrado la existencia de pre-factibilidad técnica y económica se demuestra la existencia de la pre-factibilidad para la integración de generación solar fotovoltaica en el Complejo Hidroeléctrico Machángara por parte de la Empresa Electro Generadora del Austro.

4.1.2 Conclusiones Específicas

Para el análisis de alternativas de generación solar fotovoltaica se realizó la evaluación del recurso solar en el sector determinándose que el valor de insolación global promedio es igual a 3.985 kWh/m²/día, valor considerado suficiente para la elaboración de proyectos fotovoltaicos.

Después de haberse establecido la existencia del recurso solar se determinó las áreas que cuenten con condiciones físicas para el emplazamiento de proyectos fotovoltaicos determinándose cuatro áreas: Saucay – Escombrera con 2675 m² ubicada en las coordenadas (2°45'14" S, 79°0'47.43" O), Saucay-Terreno con 1712 m² ubicada en (2°45'16,5" S, 79°00'48.97" O), Labrado con 310 m² (2°43'44.7"S, 79°04'21.8"O) y Dutasay con 80 m². Finalmente se analiza posibles alternativas de combinación panel inversor en cada área resultando en lo siguiente.

Para el área Saucay-Escombrera se analizó diez posibilidades de configuración tomando en cuenta los cinco modelos de paneles seleccionados y dos de los modelos de inversores seleccionados (TRIO-50-TL-OUTD con potencia máxima de 50.2 kW, PVI-110.0-TL con potencia máxima de 122 kW); De lo cual se obtuvo que la potencia pico instalada puede variar de 240 kW a 247 kW potencia que depende de la combinación seleccionada. La



UNIVERSIDAD DE CUENCA

instalación deberá ser de tipo trifásico con paneles orientados hacia el norte y con una inclinación de 12° sobre la horizontal, además se realizó la estimación de energía producida a corto y largo plazo considerando el rendimiento del sistema y la variación del rendimiento conforme al cambio de la temperatura, como resultado de la estimación de energía se obtuvo que el factor de planta, valor que nos indica el rendimiento energético de cada combinación, se encuentra en el rango del 11.9 % al 12.1 % valor que resulta normal para instalaciones fotovoltaicas debido a la dependencia con la existencia del recurso solar. Finalmente, de la determinación de costos iniciales de inversión se establece el rendimiento económico de cada instalación, resultando que la combinación con mejor rendimiento es la correspondiente a la combinación inversor PVI-110.0-TL con el módulo fotovoltaico Q. POWER-G5 260 de procedencia alemana, con relación de rendimiento igual a 1819.6422 USD/kW.

En consecuencia, el valor inicial de inversión para el sector SAUCAY-ESCOMBRERA será igual a \$ 459 860 para una instalación igual a 252.72 kW_p diseño que contará con factor de planta igual al 12.1%. la instalación estará conformada de dos inversores trifásicos (PVI-110.0-TL) y 972 paneles poli-cristalinos (Q. POWER-G5 260).

De similar forma, para el área Saucay-Terreno se analizó diez posibilidades de combinación las cuales toman en cuenta los cinco modelos de paneles seleccionados y dos de los modelos de inversores seleccionados (TRIO-50-TL-OUTD con potencia máxima de 50.2 kW, PVI-110.0-TL con potencia máxima de 122 kW); de lo cual se obtuvo que la potencia pico instalada puede variar de 102.6 kW a 120.12 kW. La instalación deberá ser de tipo trifásico con paneles orientados hacia el norte y con una inclinación de 12° sobre la horizontal. Además, se determinó el factor de planta de cada combinación mediante la estimación de energía a corto y largo plazo el mismo que se encuentra dentro del 11.91 % al 12.08 % valor que resulta normal para instalaciones fotovoltaicas debido a la dependencia el recurso solar. Finalmente, mediante la determinación de costos iniciales de inversión se establece el rendimiento económico de cada instalación, resultando que la combinación con mejor



UNIVERSIDAD DE CUENCA

rendimiento es la correspondiente a la combinación inversor TRIO-50-TL-OUTD con el módulo Q. POWER-G5 260 de procedencia alemana, con relación de rendimiento igual a 1946.923 USD/kW.

En consecuencia, la potencia pico instalada en el proyecto fotovoltaico será igual a 104 kW_p conformada por 400 paneles de potencia nominal igual a 260 W modelo (Q. POWER-G5 260) y dos inversores trifásicos modelo TRIO-50-TL-OUTD; el presupuesto de inversión inicial para el sector denominado SAUCAY-TERRENO será igual a \$202 480 con rendimiento económico igual a 1946.923 USD/kW y factor de planta igual a 12.08 % con una producción anual de energía igual a 2471.55 MW.h.

Para el sector Labrado, considerando que en el lugar existe un tramo monofásico del alimentador S-0427 se procede a realizar las combinaciones respectivas con el inversor monofásico seleccionado modelo (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) y los cinco paneles seleccionados. Además, se debe considerar que el sistema se ubicará sobre estructura proyectada que dará servicio de estacionamiento a cuatro vehículos. En consecuencia, considerando las posibles combinaciones se determina que la potencia instalada en el sector varía de 9.36 kW_p a 10 kW_p, lo cual depende de la combinación elegida. A diferencia del resto de diseños los paneles estarán colocados sobre la cubierta la misma que tiene inclinación igual a 15 grados la orientación será igual a 27° hacia el noroeste, la orientación permite aumentar el número de módulos instalados aumentando la potencia pico instalada. Conjuntamente, se determinó el factor de planta mediante la estimación de energía a largo y corto plazo resultando en que el valor de factor de planta se encuentra en el rango de 11.91 a 12.08. Posteriormente, mediante la determinación de costos iniciales de inversión se establece el rendimiento económico de cada instalación, resultando que la combinación con mejor rendimiento es la correspondiente a la combinación inversor UNO-DM-5.0-TL-PLUS con el módulo JKM250P-60 de procedencia china, con relación de rendimiento igual a 1870 USD/kW.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En conclusión, la potencia pico instalada para el sector LABRADO será igual a 10 kW_p con costo de inversión inicial de \$18 700 conformado por 40 módulos fotovoltaicos (JKM250P-60) y 2 inversores (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) de tipo monofásico.

Para el sector Dutasay, se procede a realizar el diseño sobre la estructura existente en el sector tomando en cuenta la existencia de un tramo trifásico del alimentador S-0427. Teniendo en consideración el área de la cubierta de la estructura se procede a realizar las combinaciones correspondientes mediante el uso de los cinco paneles seleccionados y el inversor trifásico (TRIO-5.8-TL-OUTD) acorde al área disponible. De donde resulta que la potencia pico instalada en el sector puede variar de 10 kW_p a 12 kW_p lo cual depende de la combinación panel-inversor seleccionada. De la misma forma, mediante la estimación de energía a largo y corto plazo se determina el factor de planta de la instalación para cada combinación el mismo que varía de 11.91 % a 12.08 %. Luego de haber realizado las diferentes combinaciones de diseño se realiza la estimación del costo inicial y el rendimiento económico para cada combinación de donde resulta que la alternativa con mejor rendimiento es mediante el uso del módulo fotovoltaico Q. POWER-G5 260 de procedencia alemana y el inversor TRIO-5.8-TL-OUTD con rendimiento económico igual a 1950.77 USD/kW.

En conclusión, la potencia pico instalada para el sector DUTASAY será igual a 10.4 kW_p con un costo inicial estimado igual a \$20 288 y rendimiento económico igual a 1950.77 USD/kW la instalación se encontrará conformada por 40 módulos fotovoltaicos (Q. POWER-G5 260) y 2 inversores (TRIO-5.8-TL-OUTD) de tipo trifásico.

Luego de haberse determinado para cada sector la mejor de las alternativas y su presupuesto referencial se realiza el análisis económico y análisis de sensibilidad para cinco escenarios de financiamiento (autofinanciamiento, 50% de financiamiento a 5 años, 70% de financiamiento a 5 años, 50% de financiamiento a 10 años, 70% de financiamiento a 10 años) mediante lo cual se determina el precio mínimo de venta de energía resultando en lo siguiente:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1. Del análisis económico y de sensibilidad aplicado al diseño realizado para el sector Saucay-Escombrera se determina que los escenarios de financiamiento considerados rentables son los correspondientes a autofinanciamiento con LCOE mínimo igual a 0.149 USD/kW.h y el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años con LCOE mínimo igual a 0.204 USD/kW.h.
2. Del análisis económico y de sensibilidad aplicado al diseño realizado para el sector Saucay-Terreno se determina que los escenarios de financiamiento considerados rentables son los correspondientes a autofinanciamiento con LCOE mínimo igual a 0.158 USD/kW.h y el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años con LCOE mínimo igual a 0.217 USD/kW.h.
3. Del análisis económico y de sensibilidad aplicado al diseño realizado para el sector Labrado se determina que los escenarios de financiamiento considerados rentables son los correspondientes a autofinanciamiento con LCOE mínimo igual a 0.153 USD/kW.h y el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años con LCOE mínimo igual a 0.21 USD/kW.h.
4. Del análisis económico y de sensibilidad aplicado al diseño realizado para el sector Dutasay se determina que los escenarios de financiamiento considerados rentables son los correspondientes a autofinanciamiento con LCOE mínimo igual a 0.157 USD/kW.h y el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años con LCOE mínimo igual a 0.216 USD/kW.h.

Considerando que el LCOE en países como Francia, Alemania y Reino Unido no supera el 0.22 USD/kW.h [7], los escenarios de inversión analizados ingresa entre los mercados de mayor costo existentes.

En conclusión, el Complejo Hidroeléctrico Machángara cuenta con cuatro sectores con recurso y área suficiente para la integración de generación fotovoltaica en el alimentador S-0427 los mismos que en resumen son:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1. El sector denominado Saucay-Escombrera de potencia pico igual a 252.72 kW_p, factor de planta de 12.1% con costo de inversión inicial equivalente a \$ 459 860 y precio de venta de energía mínimo de 0.149 USD/kW.h para el escenario de autofinanciamiento y 0.204 USD/kW.h para el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años.
2. El sector denominado Saucay-Terreno de potencia pico igual a 104 kW_p, factor de planta del 12.08% con costo de inversión inicial equivalente a \$202 480 y precio de venta de energía mínimo de 0.158 USD/kW.h para el escenario de autofinanciamiento y 0.217 USD/kW.h para el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años.
3. El sector denominado Labrado de potencia pico igual a 10 kW_p, factor de planta del 11.98 % con costo de inversión equivalente a \$ 18 700 y precio de venta de energía mínimo de 0.153 USD/kW.h para el escenario de autofinanciamiento y 0.21 USD/kW.h para el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años.
4. El sector denominado Dutasay de potencia pico igual a 10.4 kW_p, factor de planta 12.06 % con costo de inversión inicial equivalente a \$ 20 288 y precio de venta de energía mínimo de 0.157 USD/kW.h para el escenario de autofinanciamiento y 0.216 USD/kW.h para el escenario de 50 % de financiamiento a 10 años.

4.2 Recomendaciones

- Luego de haberse demostrado la existencia de pre-factibilidad técnica y económica se recomienda la instalación de un piranómetro para el monitoreo del recurso solar en el sector SAUCAY con el objetivo de anular la incertidumbre existente acerca de los datos de radiación del sector.
- A partir de la presente tesis se recomienda proceder con temas que estudien la factibilidad y realicen el diseño definitivo para cada sector determinado, los mismos que deberán tomar en cuenta la ingeniería de detalle de cada sector.
- A pesar del constante descenso de los precios en la tecnología fotovoltaica se recomienda la elaboración oportuna de los estudios de factibilidad y diseños definitivos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

debido a que el constante cambio en la tecnología y los equipos puede ocasionar que los equipos seleccionados para el pre diseño sean discontinuados.

- La presente tesis se elaboró tomando en cuenta la inversión de una entidad pública por lo que su rentabilidad deberá ser la mínima exigida y apegada a la Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP) lo cual ocasiona que el precio de venta de energía sea mucho menor a lo esperado por una entidad privada. Por lo tanto, se recomienda que en caso de aplicarse la metodología utilizada en la presente tesis para inversión privada se recalculen el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) considerando el efecto fiscal y el riesgo en la inversión, así como el pago de utilidades en el flujo de caja.
- A la actualidad se encuentra en vigencia la regulación 003/18 la misma que incentiva el autoconsumo a partir de generadores fotovoltaicos, esta regulación se debería mejorar de tal forma que incentive la producción de energía eléctrica a partir de proyectos de generación solar a escala comercial y no solo el autoconsumo.
- Se recomienda la elaboración de normativas que esclarezcan y definan los lineamientos para la inversión en ERNC, las mismas que planteen diferencias y condiciones entre inversión pública y privada.
- Considerando que el Ecuador por su posición geográfica cuenta con recurso solar a lo largo de todo el año, se recomienda el incentivo en la elaboración de proyectos fotovoltaicos en diferentes áreas y la integración de dichos proyectos en micro-redes.
- En el país, a pesar de la existencia de homologación de calidad mediante el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), no existe regulación vigente de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) que exija dicho sello de calidad para los módulos fotovoltaicos. Por lo que se recomienda la elaboración de una regulación que exija la calidad de los equipos desde la fabricación y no solo en la energía inyectada a la red.
- El promedio de vida de un sistema fotovoltaico según se detalla en [4] se encuentra en 25 años. Sin embargo, la regulación 003/11 y 003/18 establecen el plazo del título habilitante y operación para 20 años en el caso de centrales fotovoltaicas lo cual



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ocasiona que para obtener la rentabilidad deseada se aumente el precio de venta de energía. Por lo tanto, se recomienda aumentar el plazo a 25 años de tal manera que disminuya el precio de venta de energía sin variar la rentabilidad deseada.



5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Wolman, "The Metabolism of Cities," *Scientific American*, vol. 213, no. 3, pp. 178–193, 1965.
- [2] Corporación para la Investigación Energética, "ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA," *CONELC*. pp. 1–51, 2008.
- [3] International Energy Agency, "Key world energy statistics. Also available on smartphones and tablets," 2018.
- [4] International Renewable Energy Agency [IRENA], *Boosting Solar PV Markets: The Role of Quality Infrastructure*. Abu Dhabi, 2017.
- [5] The International Renewable Energy Agency (IRENA), *Renewable Energy Statistics 2018*. Abu Dhabi, 2018.
- [6] J. P. Muñoz-Vizhñay, M. V. Rojas-Moncayo, and C. R. Barreto-Calle, "INCENTIVO A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL ECUADOR," *INGENIUS-Revista Cienc. Y Tecnol.*, no. 19, pp. 60–68, 2017.
- [7] International Renewable Energy Agency [IRENA], *Renewable Power Generation Costs in 2017*. Abu Dhabi, 2018.
- [8] Agencia de Regulación y Control de Electricidad - ARCONEL, *Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2017. ESTADÍSTICA ANUAL Y MULTIANUAL DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO*. Quito-Ecuador: septiembre 2018, 2017.
- [9] CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD CONELC, *REGULACIÓN No. CONELC 004/11*. pp. 1–9.
- [10] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Checa 2014-2019., "PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL DE CHECA CANTON CUENCA," Azuay, 2015.
- [11] Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Chiquintad 2014-2019, "Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial CHIQUINTAD," Azuay, 2014.
- [12] J. Constante Segura and E. Palacios Chacón, *EL RECURSO SOLAR PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA*. Quito-Ecuador, 2014.
- [13] L. Hernández Callejo, "FUENTES DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍAS APLICADAS," 2018.
- [14] M. R. Peláez Samaniego and J. L. Espinoza Abad, *ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR. SITUACIÓN ACTUAL, TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS.*, vol. 1. Universidad de Cuenca, 2015.
- [15] Ó. Perpiñán Lamigueiro, A. Colmenar Santos, and M. A. Castro Gil, *DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*. España: Promotora General de Estudios,S.A., 2012.
- [16] J. Romero C, "Análisis del funcionamiento de paneles fotovoltaicos y su utilización en las regiones de la costa y sierra del Ecuador.Caso de estudio: Biblioteca Pompeu Fabra de



- Mataró,” UPC, 2015.
- [17] E. Winter, D. N. Micha, N. Y. Klein, M. P. Pires, and P. L. Souza, “Simulation of InGaAs/InGaP Multiple Quantum Well Systems for Multijunction Solar Cell,” pp. 5–8, 2017.
- [18] S. P. Philipps, F. Dimroth, and A. W. Bett, “High-Efficiency III-V Multijunction Solar Cells,” in *McEvoy’s Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*, Elsevier Ltd, 2017, pp. 439–472.
- [19] National Renewable Energy Laboratory - National Center for Photovoltaics, “Best Research-Cell Efficiencies,” 2015. [Online]. Available: <https://www.energy.gov/eere/solar/downloads/research-cell-efficiency-records>.
- [20] O. Perpiñán Lamigueiro, *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Versión 1.21 Abril 2010, 2010.
- [21] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), *Anuario Meteorológico Nro. 53-2013*. Quito - Ecuador, 2017.
- [22] NEC - 11, “CAPÍTULO 14 - ENERGÍAS RENOVABLES,” in *NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN, NEC - 11*, Decreto Ejecutivo N°705, Ed. CONVENIO MIDUVI - CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO , 2011, p. 110.
- [23] N. I.-I. 61215. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, *MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV) DE SILICIO CRISTALINO PARA USO TERRESTRE. CUALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y HOMOLOGACIÓN (IEC 61215:2005, IDT)*, Segunda. Quito - Ecuador: INEN, 2014.
- [24] N. I.-I. 61730-1. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, *CUALIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV) PARTE 1: REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN (IEC 61730-1:2013, IDT)*, Primera. Quito - Ecuador: INEN, 2013.
- [25] N.-I.-I.-61730-2 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, *CUALIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV) - PARTE 2: REQUISITOS PARA ENSAYOS (IEC 61730-2:2012, IDT)*., Primera. Quito - Ecuador: INEN, 2014.
- [26] S. S. Alves Freitas, “Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos,” Instituto Politécnico de Bragança, 2008.
- [27] J. P. Neira Campoverde, “GENERACION FOTOVOLTAICA A GRAN ESCALA PARA MORONA SANTIAGO,” Universidad de Cuenca, 2012.
- [28] I. Portabella Cilveti and J. Salaet Pereira, “PROCESO DE CREACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED,” Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Barcelona (ETSETB) , 2010.
- [29] J. A. y J. T. G. Nofuentes, J. V. Muñoz, D. L. Talavera, *MANUAL TÉCNICO, Instalación de plantas fotovoltaicas en terrenos marginales*. Valencia, 2011.
- [30] S. M. Herrera Molina, “METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED,” Universidad de Cuenca, 2016.

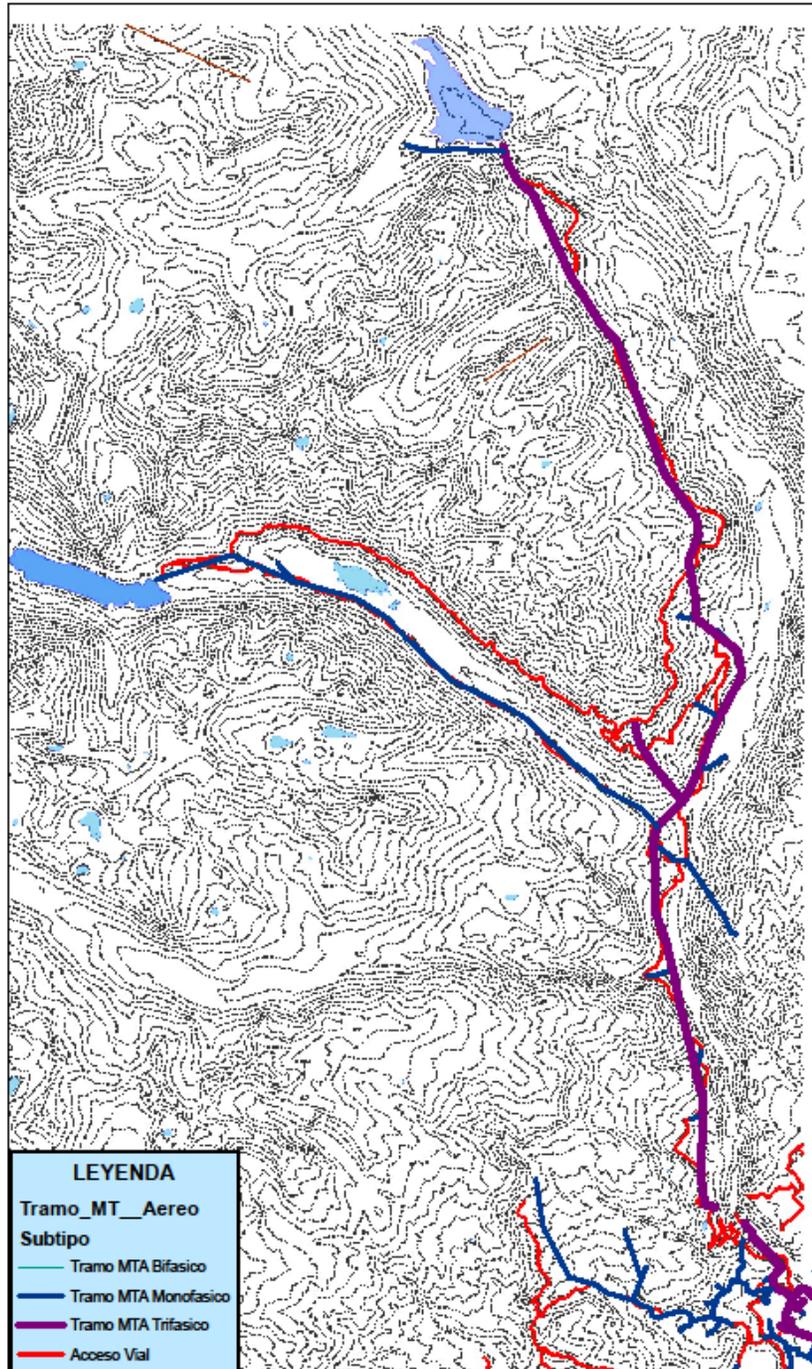


- [31] M. M. Sánchez, “Influencia de la Temperatura en el Generador fotovoltaico .”
- [32] M. A. Abella and F. Chenlo, “ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED,” vol. 81, no. CIEMAT. Laboratorio de Sistemas Fotovoltaicos, pp. 1–47.
- [33] J. M. da Costa Pó, “Assesment of the IEC 60891 norm conversion methods under outdoor test conditions,” Universidad de Lisboa, 2011.
- [34] U. Jahn *et al.*, “ANALYSIS OF THE OPERATIONAL PERFORMANCE OF THE IEA DATABASE PV SYSTEMS,” in *Solar Energy*, 2000, pp. 6–9.
- [35] IRENA, *Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for solar PV*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2017.
- [36] R. Fu, D. Feldman, and R. Margolis, “U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2018,” *Natl. Renew. Energy Lab.*, no. Golden, CO, 2018.
- [37] Report IEA PVPS T1-34:2018, “TRENDS 2018 IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2017.,” 2018.
- [38] A. Barragán Escandón, “ANÁLISIS, ESPECIFICACIÓN Y DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL ECUADOR,” Universidad de Cuenca, 2012.
- [39] CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, “REGULACIÓN No. CONELEC-003-11.” Quito - Ecuador, p. 14.
- [40] B. Proaño Rivera and J. C. Salgado Arteaga, “Propuesta Metodológica de Valoración de Empresas aplicada a Grandes Empresas en el Ecuador Adaptación de los Modelos Z” de Altman y Flujos de Caja Descontados,” Universidad del Azuay, 2005.
- [41] DOE OFFICE OF INDIAN ENERGY, “Levelized Cost of Energy (LCOE).” U.S. DEPARTAMENT OF ENERGY, p. 9.
- [42] G. Baca Urbina, *EVALUACIÓN DE PROYECTOS*, Séptima. México: Instituto Politécnico Nacional , 2013.

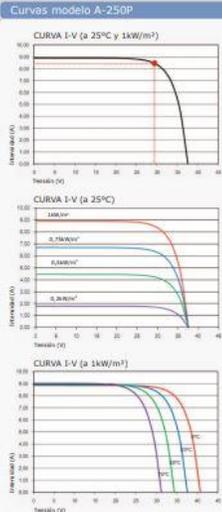
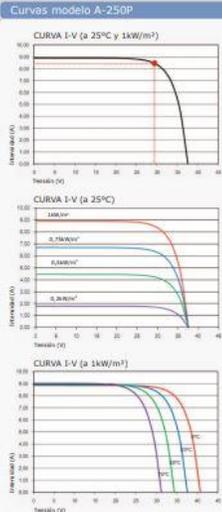
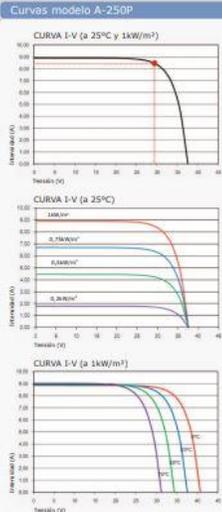


6. ANEXOS

Anexo 1. Curvas de nivel, acceso vial y líneas del alimentador S-0427



Anexo 2. Dimensión de paneles de la microrred Balzay

| Modelo monocristalino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|----------|----------|-------------|-------------|---------|--------|--------|---------------------------|-------|---------|-----------|-----------------------|--------------|--------------------|----------|--|----------|----------|----------|--|---------|---------|---------|----------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------------------|--------|--------|---------|--|-----------|---------|---------|--|------------|--------|--------|--------------------------------------|------------|---------|---------|-------------------------|---------|----------|--|-------------------------|-------------|--|-----------|-----------|------|--|--|-----------|------|--|--|----------------|--|--|--|------------------|-----------|--|--|-------------------|--|--|-------------|-------------|---|-------|-------|--------------------|-----------|---------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|--------|------------|------|---|--|-------------------------|--|--|--|-------------|---------------|--|--|---|-------------------|--|--|-----------------------------|--|--|--|-------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|
|  | <table border="1"> <tr> <th>A-250M</th> <th>A-255M</th> <th>A-260M</th> <th>A-265M</th> <th>A-270M</th> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">6" 6x10</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">250 W</td> <td>255 W</td> <td>260 W</td> <td>265 W</td> <td>270 W</td> </tr> <tr> <td>(0/+5 W)</td> <td>(0/+5 W)</td> <td>(0/+5 W)</td> <td>(0/+5 W)</td> <td>(0/+5 W)</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td>15,35%</td> <td>15,66%</td> <td>15,97%</td> <td>16,27%</td> <td>16,57%</td> </tr> <tr> <td>8,24 A</td> <td>8,34 A</td> <td>8,44 A</td> <td>8,54 A</td> <td>8,59 A</td> </tr> <tr> <td>30,35 V</td> <td>30,57 V</td> <td>30,79 V</td> <td>31,03 V</td> <td>31,44 V</td> </tr> <tr> <td>8,79 A</td> <td>8,89 A</td> <td>8,99 A</td> <td>9,04 A</td> <td>9,07 A</td> </tr> <tr> <td>37,62 V</td> <td>37,76 V</td> <td>37,90 V</td> <td>38,40 V</td> <td>38,65 V</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">0,03%/°C</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">-0,34%/°C</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">-0,43%/°C</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">1000 V</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">1645x990x40</td> </tr> <tr> <td>1639x984x32</td> </tr> <tr> <td>938</td> </tr> <tr> <td>284,5</td> </tr> <tr> <td>500,5</td> </tr> <tr> <td>822,5</td> </tr> <tr> <td>21,50</td> </tr> <tr> <td>Hook V4</td> </tr> <tr> <td>TYCO IP65</td> </tr> <tr> <td>Si (1100mm, Negro)</td> </tr> <tr> <td>3 / SCHOTTKY</td> </tr> <tr> <td>18A / 45V / ≥175°C</td> </tr> <tr> <td>15,1 A</td> </tr> <tr> <td>15</td> </tr> <tr> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> | A-250M | A-255M | A-260M | A-265M | A-270M | 6" 6x10 | | | | | 250 W | 255 W | 260 W | 265 W | 270 W | (0/+5 W) | (0/+5 W) | (0/+5 W) | (0/+5 W) | (0/+5 W) | 60 | | | | | 15,35% | 15,66% | 15,97% | 16,27% | 16,57% | 8,24 A | 8,34 A | 8,44 A | 8,54 A | 8,59 A | 30,35 V | 30,57 V | 30,79 V | 31,03 V | 31,44 V | 8,79 A | 8,89 A | 8,99 A | 9,04 A | 9,07 A | 37,62 V | 37,76 V | 37,90 V | 38,40 V | 38,65 V | 0,03%/°C | | | | | -0,34%/°C | | | | | -0,43%/°C | | | | | 1000 V | | | | | <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">1645x990x40</td> </tr> <tr> <td>1639x984x32</td> </tr> <tr> <td>938</td> </tr> <tr> <td>284,5</td> </tr> <tr> <td>500,5</td> </tr> <tr> <td>822,5</td> </tr> <tr> <td>21,50</td> </tr> <tr> <td>Hook V4</td> </tr> <tr> <td>TYCO IP65</td> </tr> <tr> <td>Si (1100mm, Negro)</td> </tr> <tr> <td>3 / SCHOTTKY</td> </tr> <tr> <td>18A / 45V / ≥175°C</td> </tr> <tr> <td>15,1 A</td> </tr> <tr> <td>15</td> </tr> <tr> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> </table> | | | | | 1645x990x40 | 1639x984x32 | 938 | 284,5 | 500,5 | 822,5 | 21,50 | Hook V4 | TYCO IP65 | Si (1100mm, Negro) | 3 / SCHOTTKY | 18A / 45V / ≥175°C | 15,1 A | 15 | 24 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A-250M | A-255M | A-260M | A-265M | A-270M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6" 6x10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 250 W | 255 W | 260 W | 265 W | 270 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (0/+5 W) | (0/+5 W) | (0/+5 W) | (0/+5 W) | (0/+5 W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15,35% | 15,66% | 15,97% | 16,27% | 16,57% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8,24 A | 8,34 A | 8,44 A | 8,54 A | 8,59 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30,35 V | 30,57 V | 30,79 V | 31,03 V | 31,44 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8,79 A | 8,89 A | 8,99 A | 9,04 A | 9,07 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 37,62 V | 37,76 V | 37,90 V | 38,40 V | 38,65 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0,03%/°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,34%/°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -0,43%/°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1000 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">1645x990x40</td> </tr> <tr> <td>1639x984x32</td> </tr> <tr> <td>938</td> </tr> <tr> <td>284,5</td> </tr> <tr> <td>500,5</td> </tr> <tr> <td>822,5</td> </tr> <tr> <td>21,50</td> </tr> <tr> <td>Hook V4</td> </tr> <tr> <td>TYCO IP65</td> </tr> <tr> <td>Si (1100mm, Negro)</td> </tr> <tr> <td>3 / SCHOTTKY</td> </tr> <tr> <td>18A / 45V / ≥175°C</td> </tr> <tr> <td>15,1 A</td> </tr> <tr> <td>15</td> </tr> <tr> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> </table> | | | | | 1645x990x40 | 1639x984x32 | 938 | 284,5 | 500,5 | 822,5 | 21,50 | Hook V4 | TYCO IP65 | Si (1100mm, Negro) | 3 / SCHOTTKY | 18A / 45V / ≥175°C | 15,1 A | 15 | 24 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1645x990x40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1639x984x32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 938 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 284,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 822,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hook V4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TYCO IP65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si (1100mm, Negro) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 / SCHOTTKY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18A / 45V / ≥175°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15,1 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modelo policristalino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <tr> <th colspan="4">Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*</th> </tr> <tr> <th></th> <th>A-240P</th> <th>A-245P</th> <th>A-250P</th> </tr> <tr> <td>Potencia Nominal (0/+5 W)</td> <td>240 W</td> <td>245 W</td> <td>250 W</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia del módulo</td> <td>14,74%</td> <td>15,04%</td> <td>15,35%</td> </tr> <tr> <td>Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)</td> <td>8,21 A</td> <td>8,33 A</td> <td>8,45 A</td> </tr> <tr> <td>Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)</td> <td>29,21 V</td> <td>29,37 V</td> <td>29,53 V</td> </tr> <tr> <td>Corriente en Cortocircuito (Isc)</td> <td>8,73 A</td> <td>8,82 A</td> <td>8,91 A</td> </tr> <tr> <td>Tensión de Circuito Abierto (Voc)</td> <td>37,16 V</td> <td>37,38 V</td> <td>37,60 V</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Parámetros térmicos</th> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Temperatura de Isc (α)</td> <td colspan="3">0,04% /°C</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Temperatura de Voc (β)</td> <td colspan="3">-0,32% /°C</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de Temperatura de P (γ)</td> <td colspan="3">-0,43% /°C</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Características físicas</th> </tr> <tr> <td>Dimensiones (mm ± 2 mm)</td> <td colspan="3">1645x990x40</td> </tr> <tr> <td>Peso (kg)</td> <td colspan="3">21,5</td> </tr> <tr> <td>Área (m²)</td> <td colspan="3">1,63</td> </tr> <tr> <td>Tipo de célula</td> <td colspan="3">Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)</td> </tr> <tr> <td>Células en serie</td> <td colspan="3">60 (6x10)</td> </tr> <tr> <td>Cristal delantero</td> <td colspan="3">Cristal templado ultra claro de 3.2 mm</td> </tr> <tr> <td>Marcos</td> <td colspan="3">Aleación de aluminio pintado en poliéster</td> </tr> <tr> <td>Caja de conexiones</td> <td colspan="3">TYCO IP65</td> </tr> <tr> <td>Cables</td> <td colspan="3">Cable Solar 4 mm² 1200 mm</td> </tr> <tr> <td>Conectores</td> <td colspan="3">TYCO</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Rango de funcionamiento</th> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td colspan="3">-40°C a +85°C</td> </tr> <tr> <td>Máxima Tensión del Sistema / Protección</td> <td colspan="3">1000 V / CLASS II</td> </tr> <tr> <td>Carga Máxima Viento / Nieve</td> <td colspan="3">2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m²)</td> </tr> <tr> <td>Máxima Corriente Inversa (IR)</td> <td colspan="3">15,1 A</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> <p>*Especificaciones eléctricas medidas en STC, NOCT: 47±2°C. Tolerancias medidas STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">  </td> </tr> </table> | Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)* | | | | | A-240P | A-245P | A-250P | Potencia Nominal (0/+5 W) | 240 W | 245 W | 250 W | Eficiencia del módulo | 14,74% | 15,04% | 15,35% | Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp) | 8,21 A | 8,33 A | 8,45 A | Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp) | 29,21 V | 29,37 V | 29,53 V | Corriente en Cortocircuito (Isc) | 8,73 A | 8,82 A | 8,91 A | Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 37,16 V | 37,38 V | 37,60 V | Parámetros térmicos | | | | Coefficiente de Temperatura de Isc (α) | 0,04% /°C | | | Coefficiente de Temperatura de Voc (β) | -0,32% /°C | | | Coefficiente de Temperatura de P (γ) | -0,43% /°C | | | Características físicas | | | | Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1645x990x40 | | | Peso (kg) | 21,5 | | | Área (m²) | 1,63 | | | Tipo de célula | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) | | | Células en serie | 60 (6x10) | | | Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 3.2 mm | | | Marcos | Aleación de aluminio pintado en poliéster | | | Caja de conexiones | TYCO IP65 | | | Cables | Cable Solar 4 mm² 1200 mm | | | Conectores | TYCO | | | Rango de funcionamiento | | | | Temperatura | -40°C a +85°C | | | Máxima Tensión del Sistema / Protección | 1000 V / CLASS II | | | Carga Máxima Viento / Nieve | 2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m²) | | | Máxima Corriente Inversa (IR) | 15,1 A | | | <p>*Especificaciones eléctricas medidas en STC, NOCT: 47±2°C. Tolerancias medidas STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).</p> | | | |  | | | |
| | Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | A-240P | A-245P | A-250P | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Potencia Nominal (0/+5 W) | 240 W | 245 W | 250 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Eficiencia del módulo | 14,74% | 15,04% | 15,35% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp) | 8,21 A | 8,33 A | 8,45 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp) | 29,21 V | 29,37 V | 29,53 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Corriente en Cortocircuito (Isc) | 8,73 A | 8,82 A | 8,91 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 37,16 V | 37,38 V | 37,60 V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Parámetros térmicos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficiente de Temperatura de Isc (α) | 0,04% /°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficiente de Temperatura de Voc (β) | -0,32% /°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficiente de Temperatura de P (γ) | -0,43% /°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Características físicas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1645x990x40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso (kg) | 21,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Área (m²) | 1,63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de célula | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Células en serie | 60 (6x10) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 3.2 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marcos | Aleación de aluminio pintado en poliéster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caja de conexiones | TYCO IP65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cables | Cable Solar 4 mm² 1200 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conectores | TYCO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rango de funcionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura | -40°C a +85°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Máxima Tensión del Sistema / Protección | 1000 V / CLASS II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carga Máxima Viento / Nieve | 2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Máxima Corriente Inversa (IR) | 15,1 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>*Especificaciones eléctricas medidas en STC, NOCT: 47±2°C. Tolerancias medidas STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

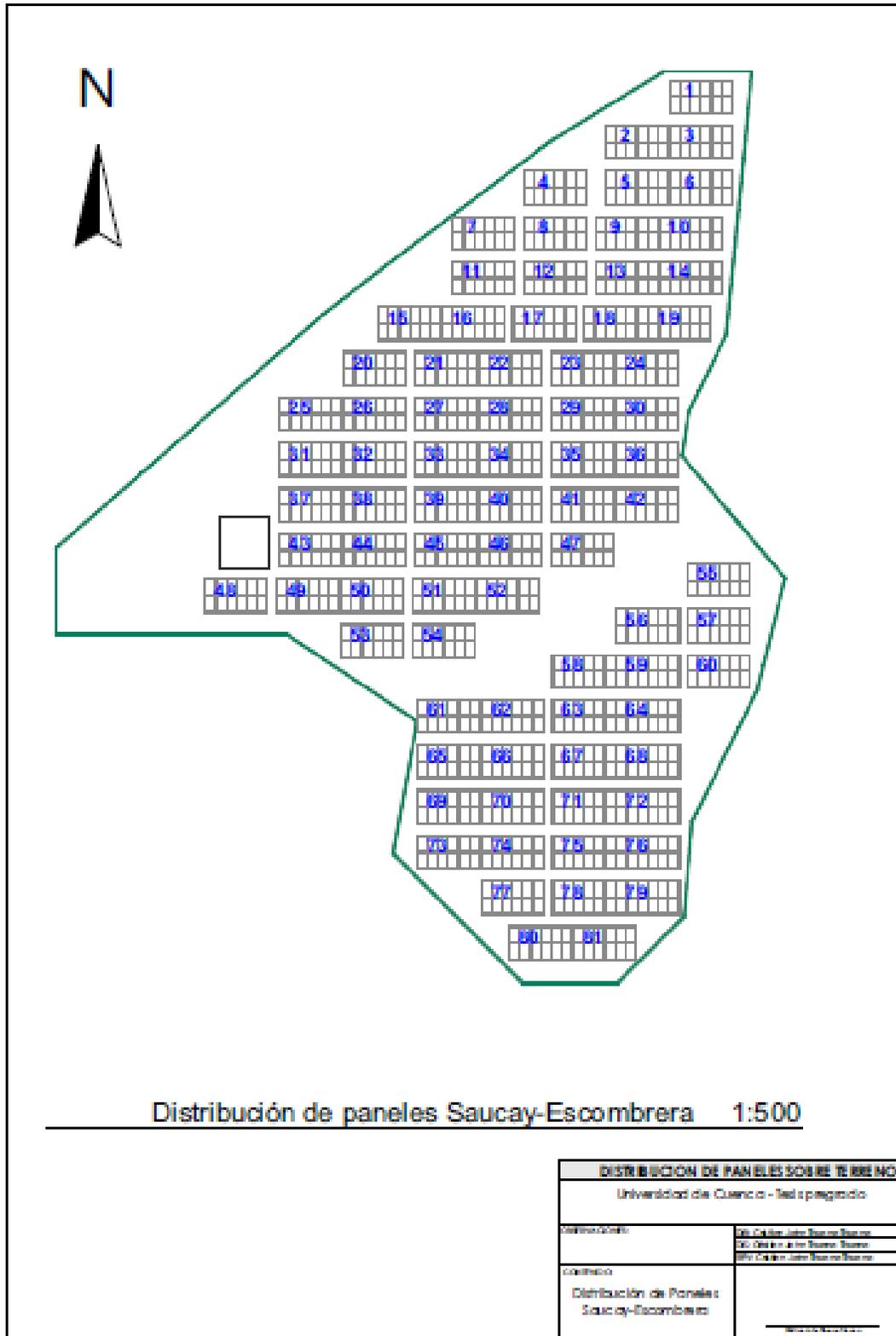


Anexo 3. Visita técnica parque fotovoltaico "LA ERA"





Anexo 4.Plano de planta Saucay Escombrera





Anexo 6. Hojas técnicas de paneles

Panel 1- JKM250P-60

www.jinkosolar.com 



JKM250P-60
POLY CRYSTALLINE MODULE
230-250 Watt

Jinko Solar introduces a brand-new line of high performance modules in wide application.

(US Market Use Only)



PV CYCLE UL S&S CE

KEY FEATURES

- High module conversion efficiency (up to 15.27%), through superior manufacturing technology
- Anti-reflective coating improves light absorption and reduces surface dust
- Excellent performance in low-light irradiance environment
- Entire module certified to withstand high wind loads (2400 Pascal) and snow loads (5400 Pascal)
- High salt mist and ammonia resistance

QUALITY & SAFETY

- Positive power tolerance of -0/+3% *
- 10 year warranty on material & workmanship *
- Industry leading power output warranty (12 years/90%, 25 years/80%)
- Premium linear performance warranty *

Premium Performance Warranty



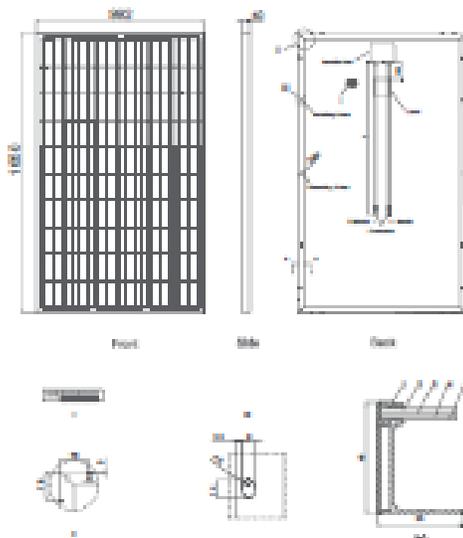
* Based on customer requirements and contract terms

ISO9001:2008 - ISO14001:2004 - OHSAS18001 certified factory
UL1703 certified products

APPLICATIONS

- On-grid residential roof tops
- On-grid commercial industrial rooftops
- Solar power plants
- Off-grid systems

Engineering Drawings

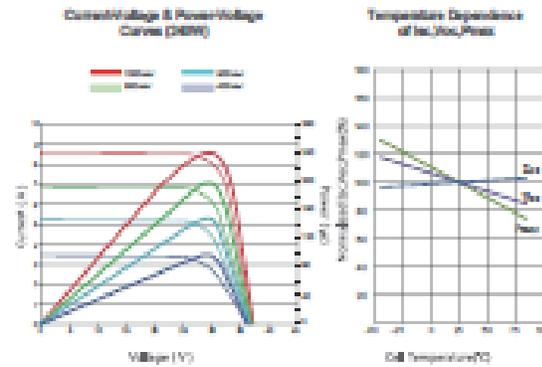


Packaging Configuration

(Upper pallet+bottom pallet + Integrated pallet)

25pcs/upper pallet, 25pcs/bottom pallet, 760pcs/40'HQ

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

| | |
|---------------|---|
| Cell Type | Poly-crystalline 156x156mm (6 inch) |
| No. of cells | 60 (6x10) |
| Dimensions | 1050x992x40mm (65.00x39.05x1.57 inch) |
| Weight | 18.0 kg (39.7 lbs) |
| Front Glass | 3.2mm, High Transmittance, Low Iron, Tempered Glass |
| Frame | Anodized Aluminium Alloy |
| Junction Box | IP65 Rated |
| Output Cables | 12 AWG, Length:900mm |

SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM200P | | JKM210P | | JKM240P | | JKM240P | | JKM250P | |
|---|---------|-------|---------|-------|--------------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 230Wp | 198Wp | 235Wp | 172Wp | 240Wp | 178Wp | 240Wp | 178Wp | 250Wp | 193Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 34.8V | 28.8V | 35.2V | 27.1V | 36.0V | 27.3V | 36.2V | 27.5V | 36.4V | 27.7V |
| Maximum Power Current (Imp) | 7.76A | 6.95A | 6.13A | 6.35A | 6.01A | 6.45A | 6.13A | 6.51A | 6.23A | 6.81A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 38.8V | 33.7V | 37.4V | 33.8V | 37.2V | 34.1V | 37.4V | 34.3V | 37.8V | 34.5V |
| Short-circuit Current (Isc) | 8.35A | 6.73A | 8.66A | 6.82A | 8.56A | 6.85A | 8.66A | 7.01A | 8.81A | 7.10A |
| Module Efficiency STC (%) | 14.05% | | 14.35% | | 14.86% | | 14.87% | | 15.27% | |
| Operating Temperature(°C) | | | | | -40°C~+85°C | | | | | |
| Maximum system voltage | | | | | 1000VDC (UL) | | | | | |
| Maximum series fuse rating | | | | | 15A | | | | | |
| Power tolerance | | | | | -6~+3% | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | | | | | -0.43%/°C | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | | | | | -0.33%/°C | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | | | | | 0.05%/°C | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | | | | | 45°C | | | | | |

STC: ☀️ Irradiance 1000W/m² 🌡️ Cell Temperature 25°C ☁️ AM=1.5

NOCT: ☀️ Irradiance 800W/m² 🌡️ Ambient Temperature 20°C ☁️ AM=1.5 🌬️ Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%



Panel 2- KD250GH-4YB2



We care! Since 1975.

MÓDULOS SOLARES POLICRISTALINOS

KD145 · KD195 · KD220 · KD245 · KD250 · KD255



Resistencia, Alemania

TECNOLOGÍA PUNTA

► Célula:

- 156 mm × 156 mm
- Policristalina, 3 busbar
- Nivel de eficiencia > 16 %
- Integrado en lámina EVA
- Nitruro de silicio texturizado: Reducción de la reflexión de la luz, colocación homogénea

► Bastidor:

- Aluminio negro anodizado revestido
- **Atomillado** y adicionalmente encolado
- Capacidad de carga: 5.400 N/m² (estándar IEC: 2.400 N/m²)
- Aberturas de drenaje internas contra daños por heladas
- Montaje flexible (transversal o vertical)
- Autorizado para sistemas de inserción
- Módulos de 60 células: reforzados por el diseño de los travesaños, lo que reduce al mínimo el riesgo de sufrir pequeñas fisuras (grietas de magnitud µ) asistencia mecánica comprobada por el TÜV Rheinland a 8.000 N/m² según IEC 61215 (estándar IEC: 2.400 N/m²)

► Caja de empalme:

- Incl. diodos bypass
- **Totalmente sellada**, lo que evita la penetración de humedad
- Máxima categoría de no inflamabilidad SMA según UL94
- Preconfeccionada con líneas conductoras y uniones enchufables SMK

► Producción:

- Proceso de producción totalmente automatizado e integrado en plantas propias
- Integración vertical = 100% control

► Asistencia:

- Servicio de asistencia al cliente en toda Europa, desde Tübingen, Alemania (**Comprobada por TÜV Service**)
- El servicio de mantenimiento individual aumenta la esperanza de vida de la instalación fotovoltaica

LA COMPAÑÍA

► Competencia y estabilidad:

Fundado en 1959 en Kioto (Japón), Kyocera es un importante consorcio con presencia global y gran capacidad financiera con 228 sociedades filiales.

► Calidad:

Kyocera Solar, empresa pionera en el sector de la fotovoltaica que desde 1975 participa en innovadoras soluciones fotovoltaicas, es uno de los principales fabricantes de sistemas de energía solar. Kyocera fue la primera empresa del sector en iniciar la producción en serie de células solares de silicio policristalinas, así como de incorporar la tecnología de células con 3 busbar a la producción en masa.

► Durabilidad comprobada:

La fiabilidad del producto y su durabilidad se demuestran con soluciones a largo plazo que han probado su eficacia en la práctica. Hasta la fecha, las instalaciones montadas en 1984 en Japón y Suecia, por ejemplo, han dado unos resultados excelentes.

Los módulos fotovoltaicos de Kyocera cumplen los más altos requisitos



Placa de acero zinc con grado de protección A según IEC 61701

Placa de resistencia al granizo reforzada (30,3 MPa) según IEC 61215 (estándar IEC: 23 MPa, 20 mm)



Kyocera es una empresa certificada según ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

| Tipo de módulo PV | KD145GH-4FU KD145GH-4 YU | KD195GH-4FU KD195GH-4 YU | KD220GH-4FU KD220GH-4 YU | KD245GH-4FB2 KD245GH-4 YB2 | KD250GH-4FB2 KD250GH-4 YB2 | KD255GH-4FB2 KD255GH-4 YB2 |
|---|--|--|--|--|--|--|
| A 1000 W/ m² (STC)⁽¹⁾ | | | | | | |
| Potencia nominal P [W] | 145 | 195 | 220 | 245 | 250 | 255 |
| Tensión máxima del sistema [V] | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Tensión de máxima potencia [V] | 17,9 | 23,6 | 26,6 | 29,8 | 29,8 | 30,4 |
| Corriente de máxima potencia [A] | 8,11 | 8,27 | 8,28 | 8,23 | 8,39 | 8,39 |
| Tensión de circuito abierto [V] | 22,3 | 29,5 | 33,2 | 36,9 | 36,9 | 37,6 |
| Corriente de cortocircuito [A] | 8,78 | 9,05 | 8,98 | 8,91 | 9,09 | 9,09 |
| Nivel de eficiencia [%] | 14,4 | 14,7 | 14,8 | 14,8 | 15,1 | 15,4 |
| A 800 W/ m² (NOCT)⁽²⁾ | | | | | | |
| Potencia nominal P [W] | 104 | 140 | 158 | 176 | 180 | 184 |
| Tensión de máxima potencia [V] | 16,1 | 21,3 | 24,0 | 26,8 | 26,8 | 27,4 |
| Corriente de máxima potencia [A] | 6,46 | 6,58 | 6,63 | 6,58 | 6,72 | 6,72 |
| Tensión de circuito abierto [V] | 20,4 | 27,0 | 30,4 | 33,7 | 33,7 | 34,4 |
| Corriente de cortocircuito [A] | 7,11 | 7,33 | 7,27 | 7,21 | 7,36 | 7,36 |
| NOCT [°C] | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Tolerancia de potencia [%] | +5/-5 | +5/-5 | +5/-3 | +5/-3 | +5/-3 | +5/-3 |
| Resistencia a la corriente inversa [A] | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Protección máx. del string [A] | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Coefficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto [%/K] | -0,36 | -0,36 | -0,36 | -0,36 | -0,36 | -0,36 |
| Coefficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito [%/K] | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Coefficiente de temperatura a Pmax [%/K] | -0,46 | -0,46 | -0,46 | -0,46 | -0,46 | -0,46 |
| Reducción del nivel de eficacia de 1000 W/m ² a 200 W/m ² [%] | 4,9 | 5,0 | 6,0 | 6,6 | 6,7 | 6,3 |
| MEDIDAS | | | | | | |
| Longitud [mm] | 1500 (± 2,5) | 1338 (± 2,5) | 1500 (± 2,5) | 1662 (± 2,5) | 1662 (± 2,5) | 1662 (± 2,5) |
| Ancho [mm] | 668 (± 2,5) | 990 (± 2,5) | 990 (± 2,5) | 990 (± 2,5) | 990 (± 2,5) | 990 (± 2,5) |
| Altura/incl. caja de contacto [mm] | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| Peso [kg] | 12,5 | 16 | 18 | 20 | 20 | 20 |
| Cable [mm] | (+1010/(-)840) | (+1030/(-)840) | (+1100/(-)900) | (+1190/(-)960) | (+1190/(-)960) | (+1190/(-)960) |
| Tipo de conexión | PV-03 (SMK) |
| Caja de contacto [mm] | 123 x 91,6 x 16 |
| Número de diodos bypass | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Código IP | IP65/IP67 | IP65/IP67 | IP65/IP67 | IP65/IP67 | IP65/IP67 | IP65/IP67 |
| CÉLULAS | | | | | | |
| Cantidad por módulo | 36 | 48 | 54 | 60 | 60 | 60 |
| Tecnología celular | polycristalina | polycristalina | polycristalina | polycristalina | polycristalina | polycristalina |
| Tamaño celular (cuadrado) [mm] | 156 x 156 |
| Conexión de células | 3 busbar |
| DÁTOS GENERALES | | | | | | |
| Garantía de rendimiento | 10 ⁽³⁾ / 25 años ⁽⁴⁾ |
| Garantía | 10 años ⁽⁵⁾ |

(1) Los índices eléctricos son válidos en condiciones de prueba estándar (STC): Irradiación de 1000 W/m², masa de aire AM 1.5 y temperatura celular de 25 °C.
 (2) Los índices bajo temperatura operativa nominal de las células (NOCT): Irradiación de 800 W/m², masa de aire AM 1.5, velocidad del viento de 1 m/s y temperatura ambiente de 20 °C.

(3) 10 años el 90% de la potencia mínima especificada P bajo condiciones de prueba normalizadas (STC)
 (4) 25 años el 80% de la potencia mínima especificada P bajo condiciones de prueba normalizadas (STC)
 (5) En el caso de países dentro de Europa

Su distribuidor Kyocera local:



KYOCERA Fin ceramics GmbH
 Solar Division
 Fritz-Mueller-Strasse 27
 73730 Esslingen/ Alemania
 Tel: +49 (0)711- 93 93 49 99
 Fax: +49 (0)711- 93 93 49 50
 E-Mail: solar@kyocera.de
 www.kyocerasolar.es



Panel 3- Q.POWER-G5 260



The new Q.POWER-G5 is the result of the continued evolution of our polycrystalline solar modules. Thanks to improved power yield, excellent reliability and high-level operational safety, the new Q.POWER-G5 generates electricity at a low cost (LCOE) and is suitable for a wide range of applications.



SUPERIOR YIELD

High power output thanks to advanced 6-busbar technology and outstanding performance under real-life conditions.



LOW LEVELISED COST OF ELECTRICITY

Higher yield per surface area, lower BOS costs, higher power classes and an efficiency rate of up to 17.4 %.



INNOVATIVE ALL-WEATHER TECHNOLOGY

Optimal yields, whatever the weather with excellent low-light and temperature behaviour.



EXTREME WEATHER RATING

High-tech aluminium alloy frame, certified for high snow (5400 Pa) and wind loads (4000 Pa).



A RELIABLE INVESTMENT

Inclusive 12-year product warranty and 25-year linear performance warranty¹.



¹ See data sheet on rear for further information.

THE IDEAL SOLUTION FOR:



Rooftop arrays on residential buildings



Ground-mounted solar power plants



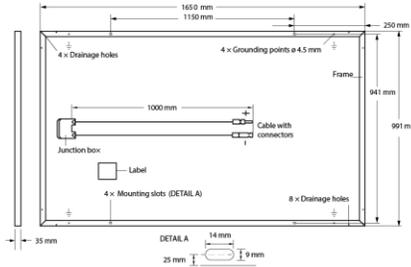
Rooftop arrays on commercial / industrial buildings

Engineered in Germany





| MECHANICAL SPECIFICATION | |
|--------------------------|---|
| Format | 1650 mm × 991 mm × 35 mm (including frame) |
| Weight | 18 kg ± 5 % |
| Front Cover | 3.2 mm thermally pre-stressed glass with anti-reflection technology |
| Back Cover | Multi-layer composite sheet |
| Frame | Anodised aluminium |
| Cell | 6 × 10 polycrystalline solar cells |
| Junction box | Protection class IP67 or IP68, with bypass diodes |
| Cable | 4 mm ² Solar cable; (+) ≥ 1000 mm, (-) ≥ 1000 mm |
| Connector | Interchangeable connector with H4, MC4 |



| ELECTRICAL CHARACTERISTICS | | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 | |
|---|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| POWER CLASS | | | | | | | |
| MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC (POWER TOLERANCE +5W / -0 W) | | | | | | | |
| Minimum | Power at MPP ² | P _{MPP} [W] | 260 | 265 | 270 | 275 | 280 |
| | Short Circuit Current* | I _{SC} [A] | 9.05 | 9.20 | 9.23 | 9.27 | 9.29 |
| | Open Circuit Voltage* | V _{OC} [V] | 37.7 | 38.0 | 38.1 | 38.3 | 38.5 |
| | Current at MPP* | I _{MPP} [A] | 8.45 | 8.58 | 8.69 | 8.79 | 8.87 |
| | Voltage at MPP* | V _{MPP} [V] | 30.8 | 30.9 | 31.1 | 31.3 | 31.6 |
| | Efficiency ² | η [%] | ≥15.9 | ≥16.2 | ≥16.5 | ≥16.8 | ≥17.1 |
| MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NOC | | | | | | | |
| Minimum | Power at MPP ² | P _{MPP} [W] | 191 | 195 | 199 | 202 | 206 |
| | Short Circuit Current* | I _{SC} [A] | 7.32 | 7.44 | 7.47 | 7.50 | 7.51 |
| | Open Circuit Voltage* | V _{OC} [V] | 35.4 | 35.6 | 35.7 | 35.9 | 36.1 |
| | Current at MPP* | I _{MPP} [A] | 6.75 | 6.86 | 6.95 | 7.02 | 7.09 |
| | Voltage at MPP* | V _{MPP} [V] | 28.3 | 28.4 | 28.6 | 28.8 | 29.1 |

¹1000 W/m², 25 °C, spectrum AM 1.5 G ² Measurement tolerances STC ± 3%; NOC ± 5% ³ 800 W/m², NOCT, spectrum AM 1.5 G *typical values, actual values may differ

| Q CELLS PERFORMANCE WARRANTY | PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE |
|---|--|
| <p>At least 97 % of nominal power during first year. Thereafter max. 0.6 % degradation per year. At least 91.6 % of nominal power up to 10 years. At least 83.0 % of nominal power up to 25 years.</p> <p>All data within measurement tolerances, full warranties in accordance with the warranty terms of the Q CELLS sales organization of your respective country.</p> | <p>Typical module performance under low irradiance conditions in comparison to STC conditions (25 °C, 1000 W/m²).</p> |

| TEMPERATURE COEFFICIENTS | | | |
|---|-----------------|--|------------------|
| Temperature Coefficient of I _{SC} | α [% / K] +0.05 | Temperature Coefficient of V _{OC} | β [% / K] -0.31 |
| Temperature Coefficient of P _{MPP} | γ [% / K] -0.40 | Normal Operating Cell Temperature | NOCT [°C] 45 ± 3 |

| PROPERTIES FOR SYSTEM DESIGN | | | |
|---|---|---|---------------------|
| Maximum System Voltage | V _{SYS} [V] 1000 (IEC), 1500 (IEC) | Safety Class | II |
| Maximum Reverse Current | I _R [A] 20 | Fire Rating | C |
| Push/Pull Load (Test-load in accordance with IEC 61215) | [Pa] 5400 /4000 | Permitted Module Temperature On Continuous Duty | -40 °C up to +85 °C |

| QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES | PARTNER |
|---|---------|
| IEC 61215, IEC 61730, Conformity to CE, Application Class A | |
| | |

NOTE: Installation instructions must be followed. See the installation and operating manual or contact our technical service department for further information on approved installation and use of this product.

Hanwha Q CELLS (Qidong) Co., Ltd.
No. 888 Linyang Road, Qidong City, Jiangsu Province, China | EMAIL sales@hanwha-qcells.com | WEB www.q-cells.com

© Hanwha Q CELLS Q-POWER-G5_260-280_Global_2017-08_Rev02_EN Specifications subject to technical changes



Panel 4- CS6K-300MS



SUPERPOWER
CS6K-300 | 305 | 310 | 315MS

Canadian Solar's new SuperPower modules with Mono-PERC cells significantly improve efficiency and reliability. The innovative technology offers superior low irradiance performance in the morning, in the evening and on cloudy days, increasing the energy output of the module and the overall yield of the solar system.



*Black frame product can be provided upon request.

KEY FEATURES

- 11 % more power than conventional modules
- High PTC rating of up to: 91.90 %
- Improved energy production due to low temperature coefficients
- IP68 junction box for long-term weather endurance
- Heavy snow load up to 6000 Pa, wind load up to 4000 Pa*

- 25 years linear power output warranty
- 10 years product warranty on materials and workmanship

Management System Certified ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

Product Certified CateS*
IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / CEC AU / INMETRO
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1
IEC60068-2-68:SGS
Take-e-way



* We can provide this product with special BOM specifically certified with salt mist, ammonia and sand blowing tests. Please talk to our local technical sales representatives to get your customized solutions.

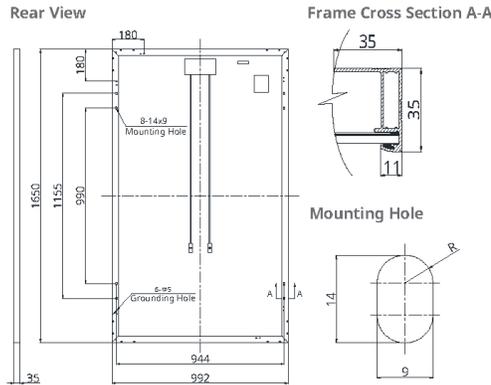
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 30 GW deployed around the world since 2001.

*For detail information, please refer to Installation Manual.

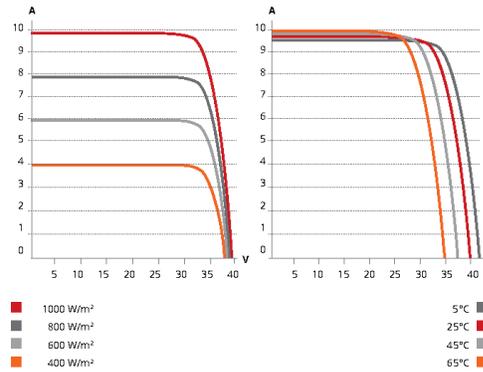
CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com



ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6K-305MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| CS6K | 300MS | 305MS | 310MS | 315MS |
|------------------------------|---|--------|--------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 300 W | 305 W | 310 W | 315 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 32.5 V | 32.7 V | 32.9 V | 33.1 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 9.24 A | 9.33 A | 9.43 A | 9.52 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 39.7 V | 39.9 V | 40.1 V | 40.3 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9.83 A | 9.91 A | 9.99 A | 10.07 A |
| Module Efficiency | 18.33% | 18.63% | 18.94% | 19.24% |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | | |
| Max. System Voltage | 1000 V (IEC/UL) or 1500 V (IEC/UL) | | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730) | | | |
| Max. Series Fuse Rating | 15 A | | | |
| Application Classification | Class A | | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 5 W | | | |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| CS6K | 300MS | 305MS | 310MS | 315MS |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 222 W | 226 W | 230 W | 233 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 30.0 V | 30.2 V | 30.4 V | 30.6 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 7.40 A | 7.48 A | 7.55 A | 7.63 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 37.2 V | 37.4 V | 37.6 V | 37.8 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 7.93 A | 7.99 A | 8.06 A | 8.12 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Excellent performance at low irradiance, with an average relative efficiency of 97.5 % for irradiances between 200 W/m² and 1000 W/m² (AM 1.5, 25°C).

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

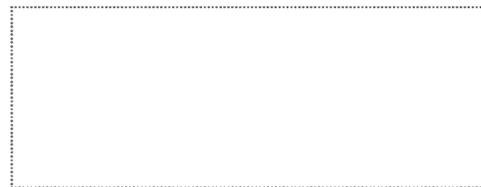
MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|------------------------|---|
| Cell Type | Mono-crystalline, 6 inch |
| Cell Arrangement | 60 (6 × 10) |
| Dimensions | 1650 × 992 × 35 mm (65.0 × 39.1 × 1.38 in) |
| Weight | 18.2 kg (40.1 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass |
| Frame Material | Anodized aluminium alloy |
| J-Box | IP68, 3 diodes |
| Cable | 4.0 mm² (IEC), 12 AWG (UL), 1000 mm (39.4 in) |
| Connector | T4 series |
| Per Pallet | 30 pieces |
| Per Container (40' HQ) | 840 pieces |

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|---|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.39 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.29 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature (NMOT) | 42 ± 3 °C |

PARTNER SECTION





Panel 5- CS6P-260MS



CS6P-260 | 265 | 270P

The high quality and reliability of Canadian Solar's modules is ensured by 15 years of experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.

KEY FEATURES

-  Excellent module efficiency of up to 16.79 %
-  Outstanding low irradiance performance: 96.5 %
-  Positive power tolerance of up to 5 W
-  High PTC rating of up to 92.0 %
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa
-  Salt mist, ammonia and blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments*

25 years linear power output warranty

10 years product warranty on materials and workmanship

*Black frame product can be provided upon request.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
ISO/TS 16949:2009 / The automotive industry quality management system
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / JET / SII / CEC AU / INMETRO / CQC
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
Take-e-way / UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1



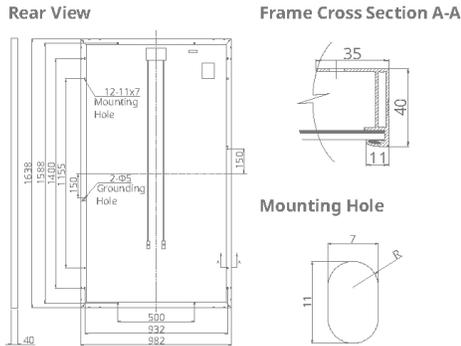
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading manufacturer of solar modules and PV project developer with over 14 GW of premium quality modules deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

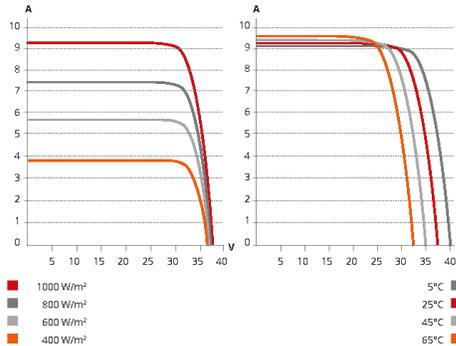
CANADIAN SOLAR INC. c/o Canadian Solar Australia 1 Pty Ltd, 165 Cremorne Street, Richmond, VIC 3121, Australia
support@canadiansolar.com, www.canadiansolar.com/au



ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6P-265P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| CS6P | 260P | 265P | 270P |
|------------------------------|---|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 260 W | 265 W | 270 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 30.4 V | 30.6 V | 30.8 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 8.56 A | 8.66 A | 8.75 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 37.5 V | 37.7 V | 37.9 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9.12 A | 9.23 A | 9.32 A |
| Module Efficiency | 16.16 % | 16.47 % | 16.79 % |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | |
| Max. System Voltage | 1000 V (IEC) or 1000 V (UL) | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730) | | |
| Max. Series Fuse Rating | 15 A | | |
| Application Classification | Class A | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 5 W | | |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C. Measurement uncertainty: ±3 % (Pmax).

ELECTRICAL DATA | NOCT*

| CS6P | 260P | 265P | 270P |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 189 W | 192 W | 196 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 27.7 V | 27.9 V | 28.1 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 6.80 A | 6.88 A | 6.97 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 34.5 V | 34.7 V | 34.8 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 7.39 A | 7.48 A | 7.55 A |

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Industry leading performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.5 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet, which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|-----------------------------|---|
| Cell Type | Poly-crystalline, 6 inch |
| Cell Arrangement | 60 (6×10) |
| Dimensions | 1638×982×40 mm (64.5×38.7×1.57 in) |
| Weight | 18 kg (39.7 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass |
| Frame Material | Anodized aluminium alloy |
| J-Box | IP67, 3 diodes |
| Cable | 4 mm² (IEC) or 4 mm² & 12 AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional) |
| Connectors | MC KST4/X and KBT4/X |
| Standard | 26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs) |
| Packaging | (quantity & weight per pallet) |
| Module Pieces per Container | 728 pieces (40' HQ) |

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.41 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.31 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.053 % / °C |
| Nominal Operating Cell Temperature | 45±2 °C |

PARTNER SECTION



Scan this QR-code to discover solar projects built with this module



CANADIAN SOLAR INC.

c/o Canadian Solar Australia 1 Pty Ltd. Mar. 2016. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V5.4C1_AU



Anexo 7. Inversores seleccionados

INVERSOR 1- UNO-DM-5.0-TL-PLUS



SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS

3.3 to 5.0 kW



The new UNO-DM-PLUS single-phase inverter family, with power ratings from 3.3 to 5.0 kW, is the optimal solution for residential installations.

— UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS outdoor string inverter

One size fits all

The new design wraps ABB's quality and engineering into a lightweight and compact package thanks to technological choices optimized for installations with different orientation.

All power ratings share the same overall volume, allowing higher performance in a minimum space, and have a dual Maximum Power Point Tracker (2 MPPT).

Easy to install, fast to commission

The presence of plug and play connectors, both on the DC and AC side, as well as the wireless communication, enable a simple, fast and safe installation without the need of opening the front cover of the inverter.

The featured easy commissioning routine removes the need for a long configuration process, resulting in lower installation time and costs.

Improved user experience thanks to a build in User interface (UI), which enables access to features such as advanced inverter configuration settings, dynamic feed-in control and load manager, from any WLAN enabled devices (smartphone, tablet or PC).

Smart capabilities

The embedded logging capabilities and direct transferring of the data to Internet (via Ethernet or WLAN) allow customers to enjoy the whole Aurora

Vision® remote monitoring experience.

The advanced communication interfaces (WLAN, Ethernet, RS485) combined with an efficient Modbus (RTU/TCP) communication protocol, Sunspec compliant, allow the inverter to be easily integrated within any smart environment and with third party monitoring and control systems.

A complete set of control functions with the embedded efficient algorithm, enabling dynamic control of the feed-in (i.e. zero injection), make the inverter suitable for worldwide applications in compliance with regulatory norms and needs of the utilities.

The future-proof and flexible design enables integration with current and future devices for smart building automation.

Highlights

- Wireless access to the embedded Web User Interface
- Easy commissioning capability
- Future-proof with embedded connectivity for smart building and smart grid integration
- Dynamic feed-in control (for instance "zero injection")
- Remote Over The Air (OTA) firmware upgrade for inverter and components
- Modbus TCP/RTU Sunspec compliant
- Remote monitoring via Aurora Vision® cloud
- Dual input section with independent MPPT



ABB string inverters

UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS

3.3 to 5.0 kW



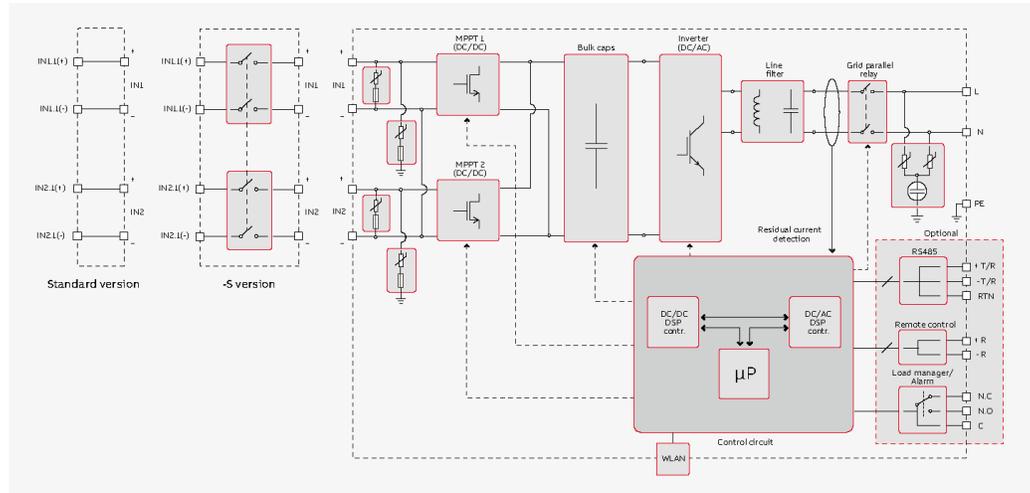
Technical data and types

| Type code | UNO-DM-3.3-TL-PLUS | UNO-DM-4.0-TL-PLUS | UNO-DM-4.6-TL-PLUS | UNO-DM-5.0-TL-PLUS |
|--|--|---|---|---|
| Input side | | | | |
| Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$) | 600 V | | | |
| Start-up DC input voltage (V_{start}) | 200 V (adj. 120...350 V) | | | |
| Operating DC input voltage range ($V_{dcmin}...V_{dcmax}$) | 0.7 x $V_{start}...580$ V (min 90 V) | | | |
| Rated DC input voltage (V_{dc}) | 360 V | | | |
| Rated DC input power (P_{dc}) | 3500 W | 4250 W | 4750 W | 5150 W |
| Number of independent MPPT | 2 | | | |
| Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPTmax}$) | 2000 W | 3000 W | 3000 W | 3500 W |
| DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dc} | 170...530 V | 130...530 V | 150...530 V | 145...530 V |
| DC power limitation with parallel configuration of MPPT | Linear derating from Max to Null [$530V \leq V_{MPPT} \leq 580V$] | | | |
| DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{dc} , max unbalance example | 2000 W [$200 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dc} = 2000$ W [$112 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] | 3000 W [$190 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dc} = 3000$ W [$90 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] | 3000 W [$190 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dc} = 3000$ W [$90 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] | 3500 W [$200 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dc} = 3500$ W [$90 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] |
| Maximum DC input current ($I_{dc,max}$) / for each MPPT ($I_{MPPTmax}$) | 20.0 / 10.0 | 32.0 / 16.0 A | 32.0 / 16.0 A | 33.0 / 19.0 A |
| Maximum input short circuit current for each MPPT | 12.5 | 20.0 | 20.0 | 22.0 |
| Number of DC input pairs for each MPPT | 1 | | | |
| DC connection type ¹⁾ | Quick Fit PV Connector | | | |
| Input protection | | | | |
| Reverse polarity protection | Yes, from limited current source | | | |
| Input overvoltage protection for each MPPT-varistor | Yes | | | |
| Photovoltaic array isolation control | According to local standard | | | |
| DC switch rating for each MPPT (version with DC switch) | 25 A / 600 V | | | |
| Output side | | | | |
| AC grid connection type | Single-phase | | | |
| Rated AC power ($P_{ac}@cos\phi=1$) | 3300 W | 4000 W | 4600 W | 5000 W |
| Maximum AC output power ($P_{ac,max}@cos\phi=1$) | 3300 W | 4000 W ²⁾ | 4600 W | 5000 W |
| Maximum apparent power (S_{max}) | 3300 VA | 4000 VA ²⁾ | 4600 VA | 5000 VA |
| Rated AC grid voltage (V_{ac}) | 230 V | | | |
| AC voltage range ³⁾ | 180...264 V | | | |
| Maximum AC output current ($I_{ac,max}$) | 14.5 A | 17.2 A | 20.0 A | 22.0 A |
| Contributory fault current | 16.0 A | 19.0 A | 22.0 A | 24.0 A |
| Rated output frequency (f_o) ⁴⁾ | 50/60 Hz | | | |
| Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$) ⁴⁾ | 47...53/57...63 Hz | | | |
| Nominal power factor and adjustable range | > 0.995, adj. $\pm 0.1 - 1$ (over/under excited) | | | |
| Total current harmonic distortion | < 3.5 | | | |
| AC connection type | Female connector from panel | | | |
| Output protection | | | | |
| Anti-islanding protection | According to local standard | | | |
| Maximum external AC overcurrent protection | 20.0 A | 25.0 A | 25.0 A | 32.0 A |
| Output overvoltage protection - varistor | 2 (L - N / L - PE) | | | |



PRODUCT FLYER FOR UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS ABB SOLAR INVERTERS

ABB UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS string inverter block diagram



Technical data and types

| Type code | UNO-DM-3.3-TL-PLUS | UNO-DM-4.0-TL-PLUS | UNO-DM-4.6-TL-PLUS | UNO-DM-5.0-TL-PLUS |
|---|---|---|--|--|
| Operating performance | | | | |
| Maximum efficiency (η_{max}) | 97.0% | 97.0% | 97.0% | 97.4% |
| Weighted efficiency (EURO/CEC) | 96.5% / - | 96.5% / - | 96.5% / - | 97.0% / - |
| Feed in power threshold | | | 8 W | |
| Night consumption | | | <0.4 W | |
| Embedded communication | | | | |
| Embedded communication interface ⁵⁾ | | | Wireless | |
| Embedded communication protocol | | | ModBus TCP (SunSpec) | |
| Commissioning tool | | | Web User Interface, Display, Aurora Manager Lite | |
| Monitoring | | | Plant Portfolio Manager, Plant Viewer, Plant Viewer for Mobile | |
| Optional board UNO-DM-COM kit | | | | |
| Optional communication interface | | RS485 (use with meter for dynamic feed-in control), Alarm/Load manager relay, Remote ON/OFF | | |
| Optional communication protocol | | ModBus RTU (SunSpec), Aurora Protocol | | |
| Optional board UNO-DM-PLUS Ethernet COM kit | | | | |
| Optional communication interface | | Ethernet, RS485 (use with meter for dynamic feed-in control), Alarm/Load manager relay, Remote ON/OFF | | |
| Optional communication protocol | | ModBus TCP (SunSpec), ModBus RTU (SunSpec), Aurora Protocol | | |
| Environmental | | | | |
| Ambient temperature range | 25...+60°C / -13...140°F with derating above 50°C/122°F | -25...+60°C / -13...140°F with derating above 50°C/122°F | -25...+60°C / -13...140°F with derating above 45°C/113°F ⁶⁾ | -25...+60°C / -13...140°F with derating above 45°C/113°F |
| Relative humidity | | | 0...100 % condensing | |
| Maximum operating altitude without derating | | | 2000 m / 6560 ft | |
| Physical | | | | |
| Environmental protection rating | | | IP 65 | |
| Cooling | | | Natural | |
| Dimension (H x W x D) | | | 553 x 418 x 175 mm / 21.8" x 16.5" x 6.9" | |
| Weight | | | 15 kg / 33 lbs | |
| Mounting system | | | Wall bracket | |
| Safety | | | | |
| Isolation level | | | Transformerless | |
| Marking | | | CE, RCM | |
| Safety and EMC standard | | IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, AS/NZS 4777.2, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, | | |
| Grid standard (check your sales channel for availability) ⁷⁾ | | EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12 | | |
| Available products variants | | CEI 0-21, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G83/2, G59/3, RD 413, ITC-BT-40, AS/NZS 4777.2, C10/11, IEC 61727, IEC 62116 | | |
| Standard | UNO-DM-3.3-TL-PLUS-B | UNO-DM-4.0-TL-PLUS-B | UNO-DM-4.6-TL-PLUS-B | UNO-DM-5.0-TL-PLUS-B |
| With DC switch | UNO-DM-3.3-TL-PLUS-SB | UNO-DM-4.0-TL-PLUS-SB | UNO-DM-4.6-TL-PLUS-SB | UNO-DM-5.0-TL-PLUS-SB |

⁵⁾ Refer to the document "String inverter – Product Manual appendix" available at www.abb.com/solarinverters to know the brand and the model of the quick fit connector"

⁶⁾ For UK G83/2 setting, maximum output current limited to 16 A up to a maximum output power of 3600 W and a maximum apparent power of 3600 VA

⁷⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

⁸⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard;

CE is valid for 50Hz only

⁹⁾ As per IEEE 802.11 b/g/n standard

¹⁰⁾ Pacr = 4200 W @ 45°C/113°F

¹¹⁾ Further grid standard will be added, please refer to ABB Solar page for further details

Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product



INVERSOR 2- TRIO-5.8-TL-OUTD



SOLAR INVERTERS

ABB string inverters
TRIO-5.8/7.5/8.5-TL-OUTD
5.8 to 8.5 kW



The all-in-one residential three-phase TRIO-5.8, 7.5 and 8.5 kW inverters deliver performance, ease of use and installation, monitoring and control.

With their 98% peak efficiency and wide input voltage range, the residential TRIO inverter means flexible installations and powerful output.

01

01
TRIO-5.8/7.5/8.5-TL-OUTD outdoor string inverter

Commercial grade engineering at residential scale

The topology of the larger, commercial TRIO inverters has been redesigned to ensure that the TRIO-5.8/7.5/8.5 models also enjoy high conversion efficiency across a wide range of input voltages. Optional integrated dataloggers and smart grid functionality, remote firmware updating and elegantly simple sliding front covers make these all-in-one devices easy to install and maintain. In short, they are commercial grade engineering at residential scale.

Inverters packed with powerful features

The double maximum power point tracker (MPPT) gives maximum installation flexibility for an optimal energy production (TRIO-7.5/8.5 models). This line of inverters can integrate power control, monitoring functionalities and environmental sensor inputs, without requiring external components.

A compact Ethernet expansion card provides data logging functionality for monitoring the main parameters of the plant as well as advanced O&M operations both locally (with the integrated webserver) and remotely (with the AV Plant Portfolio Manager portal), via a LAN connection.

The outer cover with its natural cooling mechanism qualifies at IP65 environmental protection level for external use. It provides maximum reliability and ease of installation, with a sliding front panel giving access to the connection and configuration area without requiring the complete removal of the cover.

Highlights

- Three-phase bridge topology for DC/ AC output converter
- Transformerless topology
- Two independent MPPT channels for TRIO-7.5/8.5 allow optimal energy harvesting from two sub-arrays oriented in different directions (one MPPT channel for TRIO-5.8)
- Flat efficiency curves ensure high efficiency at all output levels enabling consistent and stable performance across the entire input voltage and output power range
- Wide input voltage range
- Remote inverter upgrade
- Reactive power management
- DC switch version available (-S)
- Natural convection cooling for maximum reliability
- Outdoor enclosure for unrestricted use under any environmental conditions (IP65)
- Sliding cover for the easiest installation and maintenance
- Data logger and smart grid functionalities integrated on expansion cards:
 - PMU expansion card option, with external sensor inputs for monitoring environmental conditions and additional RS-485 for Modbus protocol
 - Ethernet expansion card option with integrated web server and remote monitoring capability via web portal (Modbus/TCP supported)
- Availability of auxiliary DC output voltage (24 V, 100 mA)



ABB string inverters

TRIO-5.8/7.5/8.5-TL-OUTD

5.8 to 8.5 kW

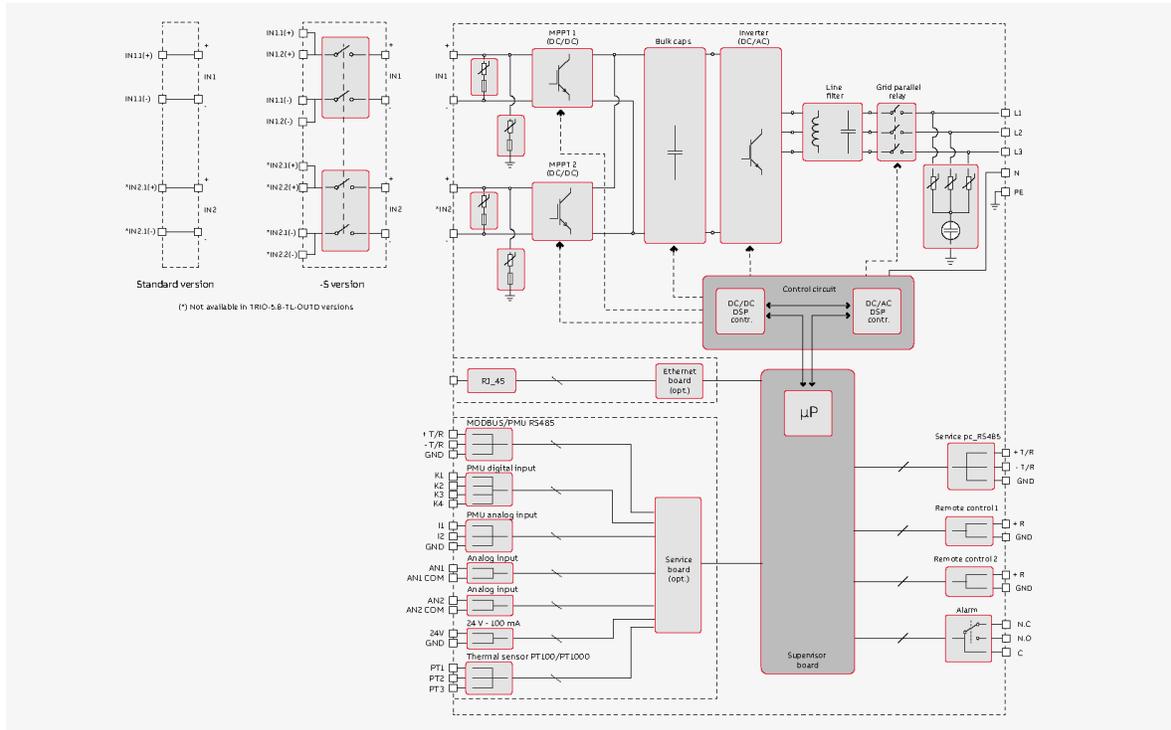


Technical data and types

| Type code | TRIO-5.8-TL-OUTD | TRIO-7.5-TL-OUTD | TRIO-8.5-TL-OUTD |
|--|---|---|---|
| Input side | | | |
| Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$) | 1000 V | | |
| Start-up DC input voltage (V_{start}) | 350 V (adj. 200...500 V) | | |
| Operating DC input voltage range ($V_{dcmin}...V_{dcmax}$) | 0.7 x $V_{start}...950$ V (min 200 V) | | |
| Rated DC input voltage (V_{dc}) | 620 V | | |
| Rated DC input power (P_{dc}) | 5950 W | 7650 W | 8700 W |
| Number of independent MPPT | 1 | 2 | 2 |
| Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPTmax}$) | 6050 W | 4800 W | 4800 W |
| | Linear derating from max to null [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V] | | |
| MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) at P_{dc} | 320...800 V | - | - |
| DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dc} | - | 320...800 V | 320...800 V |
| DC power limitation with parallel configuration of MPPT | - | Linear derating from max to null [800 V ≤ V_{MPPT} ≤ 950 V] | |
| DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{dc} , max unbalance example | - | 4800 W [320 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] the other channel: P_{dc} -4800 W [215 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] | 4800 W [320 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] the other channel: P_{dc} -4800 W [290 V ≤ V_{MPPT} ≤ 800 V] |
| Maximum DC input current (I_{dcmax}) / for each MPPT ($I_{MPPTmax}$) | 18.9 A | 30.0 A / 15.0 A | 30.0 A / 15.0 A |
| Maximum input short circuit current for each MPPT | 24.0 A | 20.0 A | 20.0 A |
| Number of DC input pairs for each MPPT | 2 (-S version) | | |
| DC connection type | PV quick fit connector ¹⁾ on -S version / Screw terminal block on standard version | | |
| Input protection | | | |
| Reverse polarity protection | Yes, from limited current source | | |
| Input over voltage protection for each MPPT - varistor | Yes, 4 | | |
| Photovoltaic array isolation control | According to local standard | | |
| DC switch rating for each MPPT (version with DC switch) | 16 A / 1000 V, 25 A / 800 V | | |
| Output side | | | |
| AC grid connection type | Three-phase 3W+PE or 4W+PE | | |
| Rated AC power ($P_{ac}@\cos\phi=1$) | 5800 W | 7500 W | 8500 W |
| Maximum apparent power (S_{max}) | 5800 VA | 7500 VA | 8500 VA |
| Rated AC grid voltage (V_{ac}) | 400 V | | |
| AC voltage range | 320...480 V ¹⁾ | | |
| Maximum AC output current ($I_{ac,max}$) | 10.0 A | 12.5 A | 14.5 A |
| Contributory fault current | 12.0 A | 14.5 A | 16.5 A |
| Rated output frequency (f_r) | 50 Hz / 60 Hz | | |
| Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$) | 47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾ | | |
| Nominal power factor and adjustable range | > 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{dc}=5.22$ kW, ± 0.8 with max 5.8 kVA | > 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{dc}=6.75$ kW, ± 0.8 with max 7.5 kVA | > 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{dc}=7.65$ kW, ± 0.8 with max 8.5 kVA |
| Total current harmonic distortion | < 2% | | |
| AC connection type | Screw terminal block, cable gland M32 | | |
| Output protection | | | |
| Anti-islanding protection | According to local standard | | |
| Maximum external AC overcurrent protection | 16.0 A | 16.0 A | 20.0 A |
| Output overvoltage protection - varistor | 4 plus gas arrester | | |
| Operating performance | | | |
| Maximum efficiency (η_{max}) | 98.0% | | |
| Weighted efficiency (EURO/CEC) | 97.4% / - | 97.5% / - | 97.5% / - |
| Feed in power threshold | 32 W | 36 W | 36 W |
| Night consumption | < 3 W | | |

PRODUCT FLYER FOR TRIO-5.8/7.5/8.5-TL-OUTD ABB SOLAR INVERTERS

ABB TRIO-5.8/7.5/8.5-TL-OUTD string inverter block diagram



Technical data and types

| Type code | TRIO-5.8-TL-OUTD | TRIO-7.5-TL-OUTD | TRIO-8.5-TL-OUTD |
|---|--|------------------------|------------------------|
| Communication | | | |
| Wired local monitoring | Ethernet card with webserver (opt.), PVI-USB-R5232_485 (opt.) | | |
| Remote monitoring | Ethernet card (opt.), VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | | |
| Wireless local monitoring | VSN300 Wifi Logger Card (opt.) | | |
| User interface | Graphic display | | |
| Environmental | | | |
| Ambient temperature range | -25...+60°C / -13...140°F with derating above 50°C/122°F | | |
| Relative humidity | 0...100% condensing | | |
| Sound pressure level, typical | 50 dBA @ 1 m | | |
| Maximum operating altitude without derating | 2000 m / 6560 ft | | |
| Physical | | | |
| Environmental protection rating | IP65 | | |
| Cooling | Natural | | |
| Dimension (H x W x D) | 641mm x 429 mm x 220 mm / 25.2" x 16.9" x 8.7" (855 mm x 429 mm x 237 mm / 33.7" x 16.9" x 9.3" with open front cover) | | |
| Weight | 25.0 kg / 55.1 lbs | 28.0 kg / 61.7 lbs | 28.0 kg / 61.7 lbs |
| Mounting system | Wall bracket | | |
| Safety | | | |
| Isolation level | Transformerless | | |
| Marking | CE (50 Hz only), RCM | | |
| Safety and EMC standard | EN 62109-1, EN 62109-2, AS/NZS3100, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 | | |
| Grid standard (check your sales channel for availability) | CEI 0-21, CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G83/2, G59/3, RD 1699, RD 413, NRS-097-2-1, AS 4777, IEC 61727, IEC 62116, VFR 2014 | | |
| Available products variants | | | |
| Standard | TRIO-5.8-TL-OUTD-400 | TRIO-7.5-TL-OUTD-400 | TRIO-8.5-TL-OUTD-400 |
| With DC switch | TRIO-5.8-TL-OUTD-S-400 | TRIO-7.5-TL-OUTD-S-400 | TRIO-8.5-TL-OUTD-S-400 |

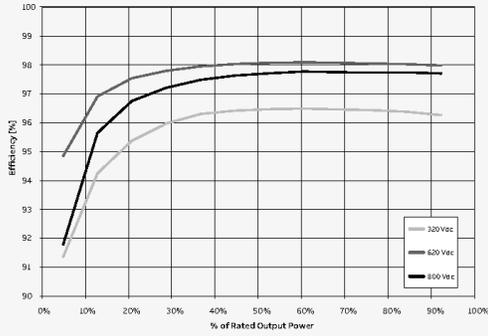
¹⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

²⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

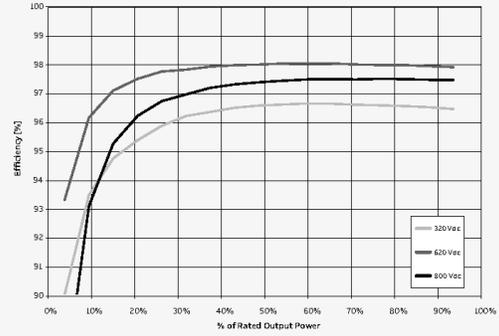
³⁾ Please refer to the document "String inverters – Product manual appendix" available at www.abb.com/solarinverters for information on the quick-fit connector brand and model used in the inverter
Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product



Efficiency curves of TRIO-5.8-TL-OUTD



Efficiency curves of TRIO-8.5-TL-OUTD



For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AG. Copyright © 2017 ABB. All rights reserved.



BCD.00376_EN_REV F_15.05.2017



INVERSOR 3- TRIO-50-TL-OUTD



SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

TRIO-50.0-TL-OUTD / TRIO-60.0-TL-OUTD-480

50 to 60 kW



The TRIO-50.0/60.0 inverter is ABB's three-phase string solution for cost efficient large decentralized photovoltaic systems for both commercial and utility applications.

01

01 TRIO-50.0/60.0 outdoor string inverter

The TRIO-50.0/60.0 inverter has been designed with the objective to maximize the ROI in large systems with all the advantages of a decentralized configuration for both rooftop and ground-mounted installations.

Modular design

TRIO-50.0/60.0 has a landscape modular design to guarantee maximum flexibility.

The separate and configurable AC and DC compartments increase the ease of installation and maintenance with their ability to remain separately wired from the inverter module inside the system.

The TRIO-50.0/60.0 comes with the most complete wiring box configurations available including up to 16 DC inputs with fast connectors, monitored fuses, AC and DC switches and monitored type II AC and DC surge arresters.

Flexibility of installation

The forced air cooling system, designed for a simple and fast maintenance allows for the maximum flexibility of installation. The inverter comes with mounting supports for both horizontal and vertical positions which allow for the best use of space available beneath the solar panels.

Design flexibility

The double stage conversion topology offers the advantage of a wide input voltage range for maximum flexibility of the system design.

Highlights

- Transformerless topology
- Each inverter is set on specific grid codes which can be selected directly in the field
- Separate AC and DC compartments are available in different configurations
- Wide input range
- Both vertical and horizontal installation
- New 60 kW version available (480 Vac)

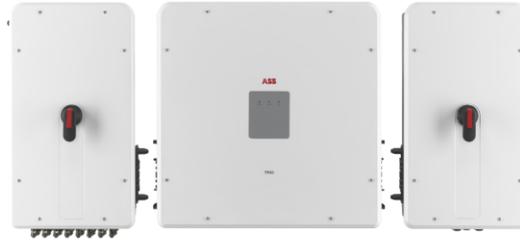


ABB string inverters

TRIO-50.0-TL-OUTD

TRIO-60.0-TL-OUTD-480

50 to 60 kW



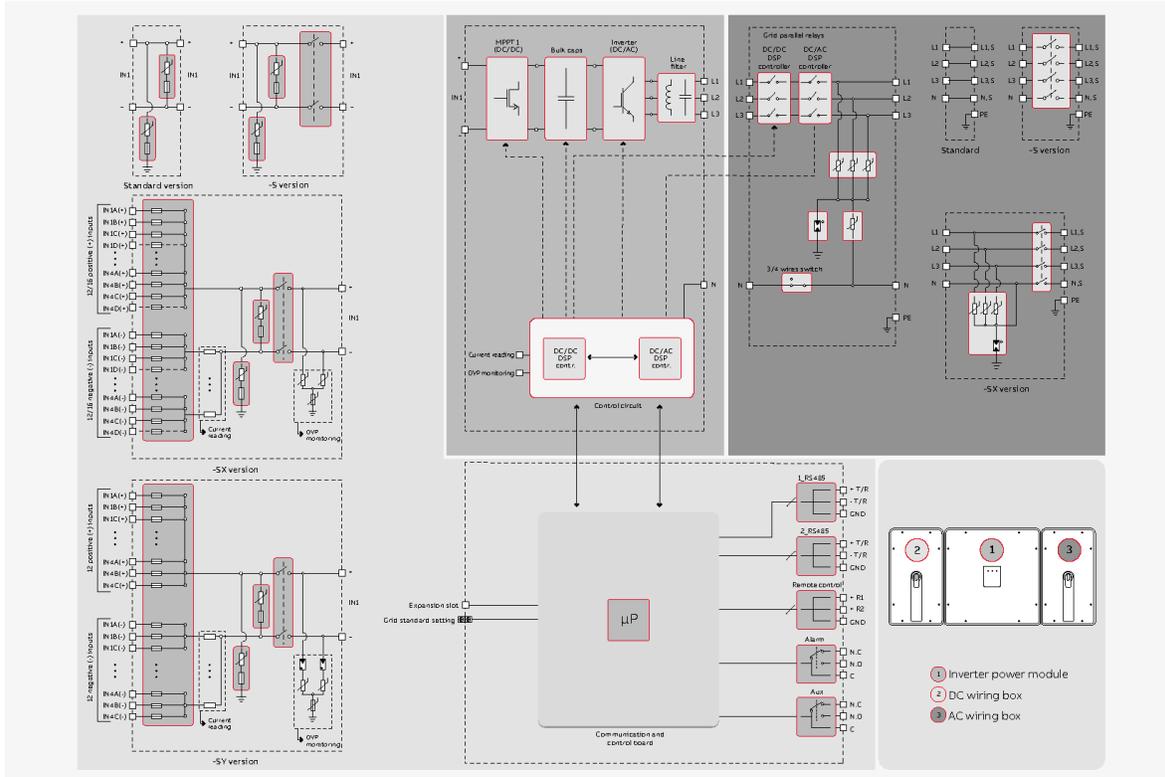
Technical data and types

| Type code | TRIO-50.0-TL-OUTD | TRIO-60.0-TL-OUTD-480 |
|--|--|--|
| Input side | | |
| Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$) | 1000 V | |
| Start-up DC input voltage (V_{start}) | 420...700 V (Default 420 V) | 420...700 V (Default 500 V) |
| Operating DC input voltage range ($V_{ocmin}...V_{ocmax}$) | 0,7x V_{start} ...950 V (min 300 V) | 0,7x V_{start} ...950 V (min 360 V) |
| Rated DC input voltage ($V_{dc,r}$) | 610 Vdc | 720 Vdc |
| Rated DC input power ($P_{dc,r}$) | 52000 W | 61800 W |
| Number of independent MPPT | 1 | |
| MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) at $P_{dc,r}$ | 480-800 Vdc | 570-800 Vdc |
| Maximum DC input current ($I_{dc,max}$) | 108 A | |
| Maximum input short circuit current | 160 A | |
| Number of DC input pairs | 12 (-SX/-SY), 16 (-SX) | 16 (-SX) |
| DC connection type | PV quick fit connector ³⁾ on -SX and -SY version / Screw terminal block on Standard and -S version | |
| Input protection | | |
| Reverse polarity protection | Yes, from limited current source | |
| Input over voltage protection for each MPPT - varistor | Yes, 2 | |
| Input over voltage protection for each MPPT - plug In modular surge arrester | Type 2 (-SX version) / Type 1+2 (-SY version) | |
| Photovoltaic array isolation control | According to local standard | |
| DC switch rating for each MPPT (version with DC switch) | 200 A / 1000 V | |
| Fuse rating (version with fuses) | 15 A / 1000 V | |
| Output side | | |
| AC grid connection type | Three-phase (3W+PE or 4W+PE) | |
| Rated AC power ($P_{ac,r}$ @ $\cos\phi=1$) | 50000 W | 60000 W |
| Maximum AC output power ($P_{ac,max}$ @ $\cos\phi=1$) | 50000 W | 60000 W |
| Maximum apparent power (S_{max}) | 50000 VA | 60000 VA |
| Rated AC grid voltage ($V_{ac,r}$) | 400 V | 480 V |
| AC voltage range | 320...480 V ¹⁾ | 384...571 V ¹⁾ |
| Maximum AC output current ($I_{ac,max}$) | 77 A | |
| Contributory fault current | 92 A | |
| Rated output frequency (f_o) | 50 Hz / 60 Hz | |
| Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$) | 47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾ | |
| Nominal power factor and adjustable range | > 0.995; 0...1 inductive/capacitive with maximum S_{max} | |
| Total current harmonic distortion | <3% | |
| Maximum AC cable section allowed | 95 mm ² copper (with TRIO-ALUMINUM-KIT 150 mm ² aluminum) | |
| AC connection type | Screw terminal block, cable gland PG42 | |
| Output protection | | |
| Anti-islanding protection | According to local standard | |
| Maximum external AC overcurrent protection | 100 A | |
| Output overvoltage protection - varistor | Yes, 4 | |
| Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-SX version) | 4, Type 2 | |
| Operating performance | | |
| Maximum efficiency (η_{max}) | 98.3% | 98.5% |
| Weighted efficiency (EURO/CEC) | 98.0% / - | 98.0% / - |
| Communication | | |
| Remote monitoring | VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | |
| Wireless local monitoring | VSN300 Wifi Logger Card (opt.) | |
| User interface | LEDs, Display (option) | |
| Communication interface | 2 (RS485) | |
| Environmental | | |
| Ambient temperature range | -25...+60°C / -13...14°F with derating above 50°C / 140°F | -25...+60°C / -13...140°F with derating above 45°C / 113°F |
| Relative humidity | 4%... 100% condensing | |
| Sound pressure level, typical | 75 dB(A) @1 m | |
| Maximum operating altitude without derating | 2000 m / 6560 ft | |
| Physical | | |
| Environmental protection rating | IP65 (IP54 for cooling section) | |
| Cooling | Forced air | |
| Dimension (H x W x D) | 725 mm x 1491 mm x 315 mm / 28.5" x 58.7" x 12.4" | |
| Weight | 95 kg / 209 lbs overall, 66 kg / 145 lbs electronic compartment, 15 kg / 33 lbs AC wiring box (full optional), 14kg / 31 lbs DC wiring box (full optional) | |
| Mounting system | Wall bracket, horizontal support | |



PRODUCT FLYER FOR TRIO-50.0-TL-OUTD/TRIO-60.0-TL-OUTD-480 ABB SOLAR INVERTERS

ABB TRIO-50.0-TL-OUTD/TRIO-60.0-TL-OUTD-480 string inverter block diagram



Technical data and types

| Type code | TRIO-50.0-TL-OUTD | TRIO-60.0-TL-OUTD-480 |
|--|--|-------------------------------------|
| Safety | Transformerless | |
| Isolation level | CE | |
| Marking | IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12 | |
| Safety and EMC standard | CEI 0-21 ⁴⁾ , CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105 ⁴⁾ , G59/3, EN 50438 (not for all national appendices) ⁴⁾ , RD 1699 ⁴⁾ , RD 41.3 ⁴⁾ , RD 661 ⁴⁾ , P.O. 12.3 ⁴⁾ , AS 4777 ⁴⁾ , BDEW, NRS-097-2-1 ⁴⁾ , MEA ⁴⁾ , PEA ⁴⁾ , IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683, VFR-2014, IEC 62116 | |
| Grid standard (check your sales channel for availability) | | |
| Available product variants | | |
| Inverter power module | TRIO-50.0-TL-OUTD-POWER MODULE | TRIO-60.0-TL-OUTD-POWER MODULE |
| DC wiring box options | | |
| Input connections with terminal blocks | DCWB-TRIO-50.0-TL-OUTD ⁵⁾ | DCWB-TRIO-60.0-TL-OUTD |
| Input connections with terminal blocks + DC switch | DCWB-S-TRIO-50.0-TL-OUTD ⁵⁾ | DCWB-S-TRIO-60.0-TL-OUTD |
| 12 quick input connections + fuses + DC switch + surge arresters Type 2 | DCWB-SX-TRIO-50.0-TL-OUTD/12 INPUTS ⁵⁾ | - |
| 16 quick input connections + fuses + DC switch + surge arresters Type 2 | DCWB-SX-TRIO-50.0-TL-OUTD/16 INPUTS ⁵⁾ | DCWB-SX-TRIO-60.0-TL-OUTD/16 INPUTS |
| 12 quick input connections + fuses + DC switch + surge arresters Type 1+2 | DCWB-SY-TRIO-50.0-TL-OUTD ⁵⁾ | - |
| AC wiring box options | | |
| AC output connections with terminal blocks | ACWB-TRIO-50.0-TL-OUTD | ACWB-TRIO-60.0-TL-OUTD |
| AC output connections with terminal blocks + AC switch | ACWB-S-TRIO-50.0-TL-OUTD | ACWB-S-TRIO-60.0-TL-OUTD |
| AC output connections with terminal blocks + AC switch + surge arrester Type 2 | ACWB-SX-TRIO-50.0-TL-OUTD | ACWB-SX-TRIO-60.0-TL-OUTD |

¹⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

²⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

³⁾ Please refer to the document "String inverters – Product manual appendix" available at www.abb.com/solarinverters for information on the quick-fit connector brand and model used in the inverter

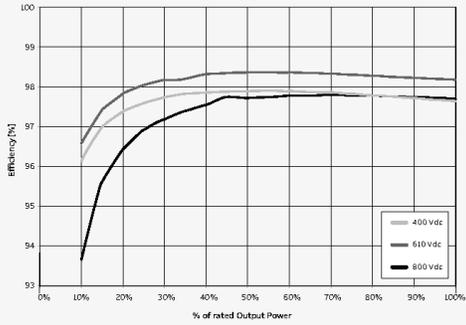
⁴⁾ Valid only for model TRIO-50-TL-OUTD

⁵⁾ DCWB with display is available on request

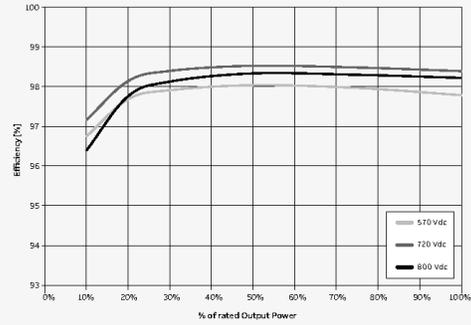
Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in



Efficiency curves of TRIO-50.0-TL-OUTD



Efficiency curves of TRIO-60.0-TL-OUTD



For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AG. Copyright © 2017 ABB. All rights reserved.



BCD.00611_EN_REV.G 12.05.2017



INVERSOR 4- TRIO-110.0-TL



SOLAR INVERTERS

ABB central inverters

PVI-55.0/110.0 - PVI-165.0/220.0 - PVI-275.0/330.0
55 to 330 kW



ABB's central inverters are extremely scalable, modular-inverter systems that are based on 55 kW modular blocks. This increases usable power and improves availability. The reduction of performance in any individual module will not impact the energy harvesting capabilities of the other modules.

- 01
PVI-55.0/110.0
- 02
PVI-165.0/220.0
- 03
PVI-275.0/330.0

The product is available with and without a transformer. The industry-leading power conversion efficiencies of up to 98% (-TL), combined with high-speed Maximum Power Point Tracking (MPPT) channels, optimize energy harvesting across a wide array of operating conditions.

These commercial inverters provide maximum DC input voltage up to 1000 Vdc, high design flexibility and reduced DC distribution losses for large scale PV plants.

Delivered pre-configured and pretested which reduces on-site wiring and testing

The inverter systems are delivered pre-configured and pre-tested, which significantly reduces on-site wiring and testing. In the case of an ungrounded application, the unit can be configured as a single or multiple MPPT (with the exception of the PVI-55.0/-TL).

These inverters provide easy installation and maintenance procedures due to the front extractible DC/AC converters and accessibility to all critical parts.

Highlights

- Reduced susceptibility to a single fault in case of a component failure, a maximum of 55 kW will be lost
- Reduced acoustic noise due to the high switching frequency
- Reverse-polarity protection minimizes potential damage caused by array miswiring
- Integrated DC and AC distribution and protection fully equipped for connection, additional accessories not required



PRODUCT FLYER FOR PVI-55.0/330.0 ABB SOLAR INVERTERS

Technical data and types

| Type code | PVI-55.0 | PVI-55.0-TL | PVI-110.0 | PVI-110.0-TL |
|--|---|---|---|---|
| Input side | | | | |
| Absolute maximum DC input voltage (V_{maxabs}) | 1000 V | | 1000 V | |
| MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin} \dots V_{MPPTmax}$) at V_{acr} | 485...950 V | | 485...950 V | |
| MPPT input DC range ($V_{MPPTmin} \dots V_{MPPTmax}$) at P_{acr} and V_{acr} | Linear derating from max to 31,8% [800< V_{MPPT} <950V] | | Linear derating from max to 31,8% [800< V_{MPPT} <950V] | |
| Number of independent MPPT multi-master | 1 | | 2 | |
| Number of independent MPPT multi-master/slave | Not applicable | | Not applicable | |
| Number of independent MPPT master/slave | 1 | | 1 | |
| Maximum combined DC input current (I_{acmaxc}) | 123 A | | 246 A | |
| Maximum DC input current for each module ($I_{dcmax,m}$) | 123 A | | 123 A | |
| Number of DC inputs pairs | 1 | | 2 | |
| DC connection type | 2x185mm ² (M10) | | 2x185mm ² (M10) + 2x300mm ² (M10) | |
| Input protection | | | | |
| Reverse polarity protection | Yes, with series diode | | Yes, with series diode | |
| Input overvoltage protection - varistor | 1 for each input pair, Class II | | 1 for each input pair, Class II | |
| Photovoltaic array leakage control, floating neutral, floating panels | No; proprietary control available ³⁾ | | No; proprietary control available ³⁾ | |
| Residual current protection, grounded neutral, floating panels | Not included; dimension output ground fault device with $\Delta I=400mA/module$ | | Not included; dimension output ground fault device with $\Delta I=400mA/module$ | |
| Fuse size for each input pair | 125 A / 1000 V | | 125 A / 1000 V | |
| Output side | | | | |
| AC grid connection type | Three phases 4W+PE | Three phases 3W+PE | Three phases 4W+PE | Three phases 3W+PE |
| Rated AC power ($P_{acr} @ \cos\phi=1$) | 55 kW | | 110 kW | |
| Maximum AC output power ($P_{acmax} @ \cos\phi=1$) | 55 kW | | 110 kW | |
| Maximum apparent power (S_{max}) | 61 kVA | | 122kVA | |
| Rated grid voltage (V_{acr}) | 400 V | 320 V | 400V | 320 V |
| AC voltage range ($V_{acmin} \dots V_{acmax}$) | 320...480 V ¹⁾ | 256...368 V ¹⁾ | 320...480 V ¹⁾ | 256...368 V ¹⁾ |
| Maximum output current (I_{acmax}) | 81 A | 101 A | 160 A | 202 A |
| Contributory fault current | 90 A | 112,5 A | 180 A | 225 A |
| Rated frequency (f) | 50/60 Hz | | 50/60 Hz | |
| Frequency range ($f_{min} \dots f_{max}$) | 47...53 / 57...63 Hz ²⁾ | | 47...53 / 57...63 Hz ²⁾ | |
| Nominal power factor and adjustable range | > 0.995 (adj. \pm 0.90) | | > 0.995 (adj. \pm 0.90) | |
| Total harmonic distortion | < 3% (@ P_{acr}) | | < 3% (@ P_{acr}) | |
| AC connection type (for each phase) | 1 x 95 mm ² (M8) | 1 x 300 mm ² (M12) | 1 x 95 mm ² (M8) | 1 x 300 mm ² (M12) |
| Output protection | | | | |
| Anti-islanding protection | According to local standard | | According to local standard | |
| Output overvoltage protection (varistor) | Yes, Class II | | Yes, Class II | |
| Night time disconnect | Yes | | Yes | |
| AC circuit breaker | 50 kA | | 50 kA | |
| Operating performance | | | | |
| Maximum efficiency (η_{max}) | 96.3% ⁴⁾ | 98.0% ⁴⁾ | 96.4% ⁴⁾ | 98.0% ⁴⁾ |
| Weighted efficiency (η_{WREG} / η_{LCC}) | 95.1% / 96.0% ⁴⁾ | 97.7% / 97.5% ⁴⁾ | 95.2% / 96.0% ⁴⁾ | 97.7% / 97.5% ⁴⁾ |
| Stand-by consumption/night-time power loss | < 17 W | | < 24 W | |
| AC auxiliary supply | 3x400 Vac +N, 50/60 Hz | | 3 x 400 Vac +N, 50/60 Hz | |
| Auxiliary supply consumption | < 0.36% of P_{acr} | < 0.24% of P_{acr} | < 0.31% of P_{acr} | < 0.24% of P_{acr} |
| Auxiliary supply consumption without cooling | < 0.25% of P_{acr} | < 0.22% of P_{acr} | < 0.23% of P_{acr} | < 0.22% of P_{acr} |
| Inverter switching frequency | 18 kHz | | 18 kHz | |
| Communication | | | | |
| Wired local monitoring | PVI-USB-R5232_485 (opt.) | | PVI-USB-R5232_485 (opt.) | |
| Remote monitoring | PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | | PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | |
| String Combiner | PVI-STRINGCOMB (opt.) | | PVI-STRINGCOMB (opt.) | |
| User interface | 16 characters x 2 line LCD display for each module | | 16 characters x 2 line LCD display for each module | |
| Environmental | | | | |
| Ambient temperature range | -10...+60°C/+14...140°F with derating above 50°C/122°F | | -10...+60°C/+14...140°F with derating above 50°C/122°F | |
| Relative humidity | 0...95% non condensing | | 0...95% non condensing | |
| Noise emission | <62 dB(A) @ 1 m | | < 63 db (A) @ 1 m | |
| Maximum operating altitude without derating | 1000 m / 3280 ft | | 1000 m / 3280 ft | |
| Physical | | | | |
| Environmental protection rating | IP 20 | | IP 20 | |
| Cooling | Air forced | | Air forced | |
| Required air cooling flow | 1600 m ³ /h - 944 CFM | 1600 m ³ /h - 944 CFM | 2800 m ³ /h - 1652 CFM | 2400 m ³ /h - 1416 CFM |
| Dimension (H x W x D) | 1675mm x 1250mm x 850mm / 69.5" x 49.2" x 33.5" | 1077mm x 1250mm x 850mm / 42.4" x 49.2" x 33.5" | 1675mm x 1250mm x 850mm / 65.9" x 49.2" x 33.5" | 1077mm x 1250mm x 850mm / 42.4" x 49.2" x 33.5" |
| Weight | < 700 kg / 1543 lb | < 350 kg / 771 lb | < 800 kg / 1765 lb | < 480 kg / 1058 lb |
| Weight of the module | < 60 kg / 132 lb | | < 60 kg / 132 lb | |
| Safety | | | | |
| Transformer | Yes | | No | |
| Marking | CE (50 Hz only) | | CE (50 Hz only) | |
| Safety and EMC standard | EN 50178, EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN61000-3-11, EN61000-3-12 | | EN 50178, EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN61000-3-11, EN61000-3-12 | |
| Grid standard | CEI 0-21, CEI 0-16, CEI 0-16, BDEW, RD 661/2007, RD 1565/2010, P.O.12.3 | | CEI 0-21, CEI 0-16, CEI 0-16, BDEW, RD 661/2007, RD 1565/2010, P.O.12.3 | |
| (check your sales channel for availability) | 1565/2010, P.O.12.3 | | 1565/2010, P.O.12.3 | |

¹⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

²⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

³⁾ Missing symmetry with respect to ground results in AC disconnection (disabled function)

by default)

⁴⁾ Power consumption of the auxiliary services not included

Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product



PRODUCT FLYER FOR PVI-55.0/330.0 ABB SOLAR INVERTERS

Technical data and types

| Type code | PVI-165.0 | PVI-165.0-TL | PVI-220.0 | PVI-220.0-TL |
|--|---|---|---|---|
| Input side | | | | |
| Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$) | 1000 V | | 1000 V | |
| MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin} \dots V_{MPPTmax}$) at V_{acr} | Linear derating from max to 31,8% [800< V_{MPPT} <950V] | | Linear derating from max to 31,8% [800< V_{MPPT} <950V] | |
| MPPT input DC range ($V_{MPPTmin} \dots V_{MPPTmax}$) at P_{acr} and V_{acr} | 485...800 V | | 485...800 V | |
| Number of independent MPPT multi-master | 3 | | 4 | |
| Number of independent MPPT multi-master/slave | 2 | | 2 | |
| Number of independent MPPT master/slave | 1 | | 1 | |
| Maximum combined DC input current ($I_{dc,max,c}$) | 369 A | | 492 A | |
| Maximum DC input current for each module ($I_{dc,max,m}$) | 123 A | | 123 A | |
| Number of DC inputs pairs | 3 | | 4 | |
| DC connection type | 4x185mm ² (M10) + 2x300mm ² (M10) | | 4x185mm ² (M10)+ 4x300mm ² (M10) | |
| Input protection | | | | |
| Reverse polarity protection | Yes, with series diode | | Yes, with series diode | |
| Input overvoltage protection - varistor | 1 for each input pair, Class II | | 1 for each input pair, Class II | |
| Photovoltaic array leakage control, floating neutral, floating panels | No; proprietary control available ³⁾ | | No; proprietary control available ³⁾ | |
| Residual current protection, grounded neutral, floating panels | Not included; dimension output ground fault device with $\Delta I=400mA/module$ | | Not included; dimension output ground fault device with $\Delta I=400mA/module$ | |
| Fuse size for each input pair | 125 A / 1000 V | | 125 A / 1000 V | |
| Output side | | | | |
| AC grid connection type | Three phases 4W+PE | Three phases 3W+PE | Three phases 4W+PE | Three phases 3W+PE |
| Rated AC power ($P_{acr} @ \cos\phi=1$) | 165 kW | | 220 kW | |
| Maximum AC output power ($P_{ac,max} @ \cos\phi=1$) | 165 kW | | 220 kW | |
| Maximum apparent power (S_{max}) | 183 kVA | | 244 kVA | |
| Rated grid voltage (V_{acr}) | 400 V | 320 V | 400 V | 320 V |
| AC voltage range ($V_{ac,min} \dots V_{ac,max}$) | 320...480 V ¹⁾ | 256...368 V ¹⁾ | 320...480 V ¹⁾ | 256...368 V ¹⁾ |
| Maximum output current ($I_{ac,max}$) | 240 A | 303 A | 320 A | 404 A |
| Contributory fault current | 270 A | 337,5 A | 360 A | 450 A |
| Rated frequency (f) | 50/60 Hz | | 50/60 Hz | |
| Frequency range ($f_{min} \dots f_{max}$) | 47...53 / 57...63 Hz ²⁾ | | 47...53 / 57...63 Hz ²⁾ | |
| Nominal power factor and adjustable range | > 0.995 (adj. \pm 0.90) | | > 0.995 (adj. \pm 0.90) | |
| Total harmonic distortion | < 3% (@ P_{acr}) | | < 3% (@ P_{acr}) | |
| AC connection type (for each phase) | 1 x 185 mm ² (M10) | 2 x 300 mm ² (M12) | 1 x 185 mm ² (M10) | 2 x 300 mm ² (M12) |
| Output protection | | | | |
| Anti-islanding protection | According to local standard | | According to local standard | |
| Output overvoltage protection (varistor) | Yes, Class II | | Yes, Class II | |
| Night time disconnect | Yes | | Yes | |
| AC circuit breaker | 50 kA | | 50 kA | |
| Operating performance | | | | |
| Maximum efficiency (η_{max}) | 96.5% ⁴⁾ | 98.0% ⁴⁾ | 96.5% ⁴⁾ | 98.0% ⁴⁾ |
| Weighted efficiency ($\eta_{w,grid} / \eta_{w,cc}$) | 95.3% / 96.0% ⁴⁾ | 97.7% / 97.5% ⁴⁾ | 95.3% / 96.0% ⁴⁾ | 97.7% / 97.5% ⁴⁾ |
| Stand-by consumption/night-time power loss | < 31 W | | < 33 W | |
| AC auxiliary supply | 3 x 400 Vac +N, 50/60 Hz | | 3 x 400 Vac +N, 50/60 Hz | |
| Auxiliary supply consumption | < 0.30% of P_{acr} | < 0.24% of P_{acr} | < 0.28% of P_{acr} | < 0.24% of P_{acr} |
| Auxiliary supply consumption without cooling | < 0.23% of P_{acr} | < 0.22% of P_{acr} | < 0.22% of P_{acr} | < 0.22% of P_{acr} |
| Inverter switching frequency | 18 kHz | | 18 kHz | |
| Communication | | | | |
| Wired local monitoring | PVI-USB-R5232_485 (opt.) | | PVI-USB-R5232_485 (opt.) | |
| Remote monitoring | PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | | PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | |
| String Combiner | PVI-STRINGCOMB (opt.) | | PVI-STRINGCOMB (opt.) | |
| User interface | 16 characters x 2 line LCD display for each module | | 16 characters x 2 line LCD display for each module | |
| Environmental | | | | |
| Ambient temperature range | -10...+ 60°C/+14...140°F with derating above 50°C/122°F | | -10...+ 60°C/+14...140°F with derating above 50°C/122°F | |
| Relative humidity | 0...95% non condensing | | 0...95% non condensing | |
| Noise emission | < 68 db (A) @ 1 m | | < 69 db (A) @ 1 m | |
| Maximum operating altitude without derating | 1000 m / 3280 ft | | 1000 m / 3280 ft | |
| Physical | | | | |
| Environmental protection rating | IP 20 | | IP 20 | |
| Cooling | Air forced | | Air forced | |
| Required air cooling flow | 4000 m ³ /h - 2360 CFM | 3200 m ³ /h - 1888 CFM | 4800 m ³ /h - 2832 CFM | 4000 m ³ /h - 2360 CFM |
| Dimension (H x W x D) | 2184mm x 1250mm x 850mm / 86.0" x 49.2" x 33.5" | 1675mm x 1250mm x 850mm / 65.9" x 49.2" x 33.5" | 2184mm x 1250mm x 850mm / 86.0" x 49.2" x 33.5" | 1675mm x 1250mm x 850mm / 65.9" x 49.2" x 33.5" |
| Weight | < 1200 kg / 2646 lb | < 680 kg / 1500 lb | < 1300 kg / 2867 lb | < 780 kg / 1720 lb |
| Weight of the module | < 60 kg / 132 lb | | < 60 kg / 132 lb | |
| Safety | | | | |
| Transformer | Yes | | No | |
| Marking | CE (50 Hz only) | | CE (50 Hz only) | |
| Safety and EMC standard | EN 50178, EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN61000-3-11, EN61000-3-12 | | EN 50178, EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN61000-3-11, EN61000-3-12 | |
| Grid standard | CEI 0-21, CEI 0-16, BDEW, RD 661/2007, RD 1565/2010, P.O.12.3 | | CEI 0-16, BDEW, RD 661/2007, RD 1565/2010, P.O.12.3 | |
| (check your sales channel for availability) | RD 1565/2010, P.O.12.3 | | RD 1565/2010, P.O.12.3 | |

¹⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

²⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

³⁾ Missing symmetry with respect to ground results in AC disconnection (disabled function)

by default)

⁴⁾ Power consumption of the auxiliary services not included

Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product



UNIVERSIDAD DE CUENCA

PRODUCT FLYER FOR PVI-55.0/330.0 ABB SOLAR INVERTERS

Technical data and types

| Type code | PVI-275.0 | PVI-275.0-TL | PVI-330.0 | PVI-330.0-TL |
|--|--|--|--|--|
| Input side | | | | |
| Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$) | 1000 V | | 1000 V | |
| MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin} \dots V_{MPPTmax}$) at V_{acr} | 485...950 V | | 485...950 V | |
| MPPT input DC range ($V_{MPPTmin} \dots V_{MPPTmax}$) at P_{acr} and V_{acr} | Linear derating from max to 31,8% [800< V_{MPPT} <950V] | | Linear derating from max to 31,8% [800< V_{MPPT} <950V] | |
| Number of independent MPPT multi-master | 5 | | 6 | |
| Number of independent MPPT multi-master/slave | 3 | | 3 | |
| Number of independent MPPT master/slave | 1 | | 1 | |
| Maximum combined DC input current ($I_{dc,max}$) | 615 A | | 738 A | |
| Maximum DC input current for each module ($I_{dc,max,m}$) | 123 A | | 123 A | |
| Number of DC inputs pairs | 5 | | 6 | |
| DC connection type | 6x185mm ² (M10) + 4x300mm ² (M10) | | 6x185mm ² (M10) + 6x300mm ² (M10) | |
| Input protection | | | | |
| Reverse polarity protection | Yes, with series diode | | Yes, with series diode | |
| Input overvoltage protection - varistor | 1 for each input pair, Class II | | 1 for each input pair, Class II | |
| Photovoltaic array leakage control, floating neutral, floating panels | No; proprietary control available ³⁾ | | No; proprietary control available ³⁾ | |
| Residual current protection, grounded neutral, floating panels | Not included; dimension output ground fault device with $\Delta I=400mA/module$ | | Not included; dimension output ground fault device with $\Delta I=400mA/module$ | |
| Fuse size for each input pair | 125 A / 1000 V | | 125 A / 1000 V | |
| Output side | | | | |
| AC grid connection type | Three phases 4W+PE | | Three phases 3W+PE | |
| Rated AC power ($P_{acr} @ \cos\phi=1$) | 275 kW | 275 kW | 330 kW | 330 kW |
| Maximum AC output power ($P_{ac,max} @ \cos\phi=1$) | 275 kW | 275 kW | 330 kW | 330 kW |
| Maximum apparent power (S_{max}) | 305 kVA | 305 kVA | 366 kVA | 366 kVA |
| Rated grid voltage (V_{acr}) | 400 V | 320 V | 400 V | 320 V |
| AC voltage range ($V_{ac,min} \dots V_{ac,max}$) | 320...480 V ¹⁾ | 256...368 V ¹⁾ | 320...480 V ¹⁾ | 256...368 V ¹⁾ |
| Maximum output current ($I_{ac,max}$) | 400 A | 505 A | 480 A | 606 A |
| Contributory fault current | 450 A | 562,5 A | 540 A | 675 A |
| Rated frequency (f_r) | 50/60 Hz | | 50/60 Hz | |
| Frequency range ($f_{min} \dots f_{max}$) | 47...53 / 57...63 Hz ²⁾ | | 47...53 / 57...63 Hz ²⁾ | |
| Nominal power factor and adjustable range | > 0.995 (adj. \pm 0.90) | | > 0.995 (adj. \pm 0.90) | |
| Total harmonic distortion | < 3% (@ P_{acr}) | | < 3% (@ P_{acr}) | |
| AC connection type (for each phase) | 1 x 240 mm ² (M12) | 2 x 300 mm ² (M12) | 1 x 240 mm ² (M12) | 2 x 300 mm ² (M12) |
| Output protection | | | | |
| Anti-islanding protection | According to local standard | | According to local standard | |
| Output overvoltage protection (varistor) | Yes, Class II | | Yes, Class II | |
| Night time disconnect | Yes | No | Yes | No |
| AC circuit breaker | 50 kA | | 50 kA | |
| Operating performance | | | | |
| Maximum efficiency (η_{max}) | 96.7% ⁴⁾ | 98.0% ⁴⁾ | 96.7% ⁴⁾ | 98.0% ⁴⁾ |
| Weighted efficiency ($\eta_{w,grid} / \eta_{w,acr}$) | 95.5% / 96.0% ⁴⁾ | 97.7% / 97.5% ⁴⁾ | 95.5% / 96.0% ⁴⁾ | 97.7% / 97.5% ⁴⁾ |
| Stand-by consumption/night-time power loss | < 45 W | | < 52 W | |
| AC auxiliary supply | 3 x 400 Vac + N, 50/60 Hz | | 3 x 400 Vac + N, 50/60 Hz | |
| Auxiliary supply consumption | < 0.29% of P_{acr} | < 0.24% of P_{acr} | < 0.28% of P_{acr} | < 0.24% of P_{acr} |
| Auxiliary supply consumption without cooling | < 0.22% of P_{acr} |
| Inverter switching frequency | 18 kHz | | 18 kHz | |
| Communication | | | | |
| Wired local monitoring | PVI-USB-RS232_485 (opt.) | | PVI-USB-RS232_485 (opt.) | |
| Remote monitoring | PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | | PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.) | |
| String Combiner | PVI-STRINGCOMB (opt.) | | PVI-STRINGCOMB (opt.) | |
| User interface | 16 characters x 2 line LCD display for each module | | 16 characters x 2 line LCD display for each module | |
| Environmental | | | | |
| Ambient temperature range | -10...+60°C/+14...140°F with derating above 50°C/122°F | | -10...+60°C/+14...140°F with derating above 50°C/122°F | |
| Relative humidity | 0...95% non condensing | | 0...95% non condensing | |
| Noise emission | < 75 db (A) @ 1 m | < 72 db (A) @ 1 m | < 78 db (A) @ 1 m | < 75 db (A) @ 1 m |
| Maximum operating altitude without derating | 1000 m / 3280 ft | | 1000 m / 3280 ft | |
| Physical | | | | |
| Environmental protection rating | IP 20 | | IP 20 | |
| Cooling | Air forced | | Air forced | |
| Required air cooling flow | 6800 m ³ /h - 401.2 CFM 2184mm x 1250mm x 850mm / 86.0" x 49.2" x 33.5" | 4800 m ³ /h - 283.2 CFM 2184mm x 1250mm x 850mm / 86.0" x 49.2" x 33.5" | 7600 m ³ /h - 448.4 CFM 2184mm x 1250mm x 850mm / 86.0" x 49.2" x 33.5" | 5600 m ³ /h - 330.4 CFM 2184mm x 1250mm x 850mm / 86.0" x 49.2" x 33.5" |
| Dimension (H x W x D) | 1215mm x 1250mm x 870mm / 47.8" x 49.2" x 34.3" | 1215mm x 1250mm x (Transf) | 1215mm x 1250mm x 870mm / 47.8" x 49.2" x 34.3" | 1215mm x 1250mm x (Transf) |
| Weight | < 1600kg / 3527lb | < 1000kg / 2205lb | < 1750kg / 3858lb | < 1150kg / 2535lb |
| Weight of the module | < 60kg / 132lb | | < 60kg / 132lb | |
| Safety | | | | |
| Transformer | Yes | No | Yes | No |
| Marking | CE (50 Hz only) | | CE (50 Hz only) | |
| Safety and EMC standard | EN 50178, EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN61000-3-11, EN61000-3-12 | | EN 50178, EN61000-6-2, EN61000-6-4, EN61000-3-11, EN61000-3-12 | |
| Grid standard | CEI-0-16, BDEW, RD 661/2007, RD 1565/2010, P.O.12.3 | | CEI-0-16, BDEW, RD 661/2007, RD 1565/2010, P.O.12.3 | |
| (check your sales channel for availability) | P.O.12.3 | | P.O.12.3 | |

¹⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

²⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

³⁾ Missing symmetry with respect to ground results in AC disconnection (disabled

function by default)

⁴⁾ Power consumption of the auxiliary services not included

Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

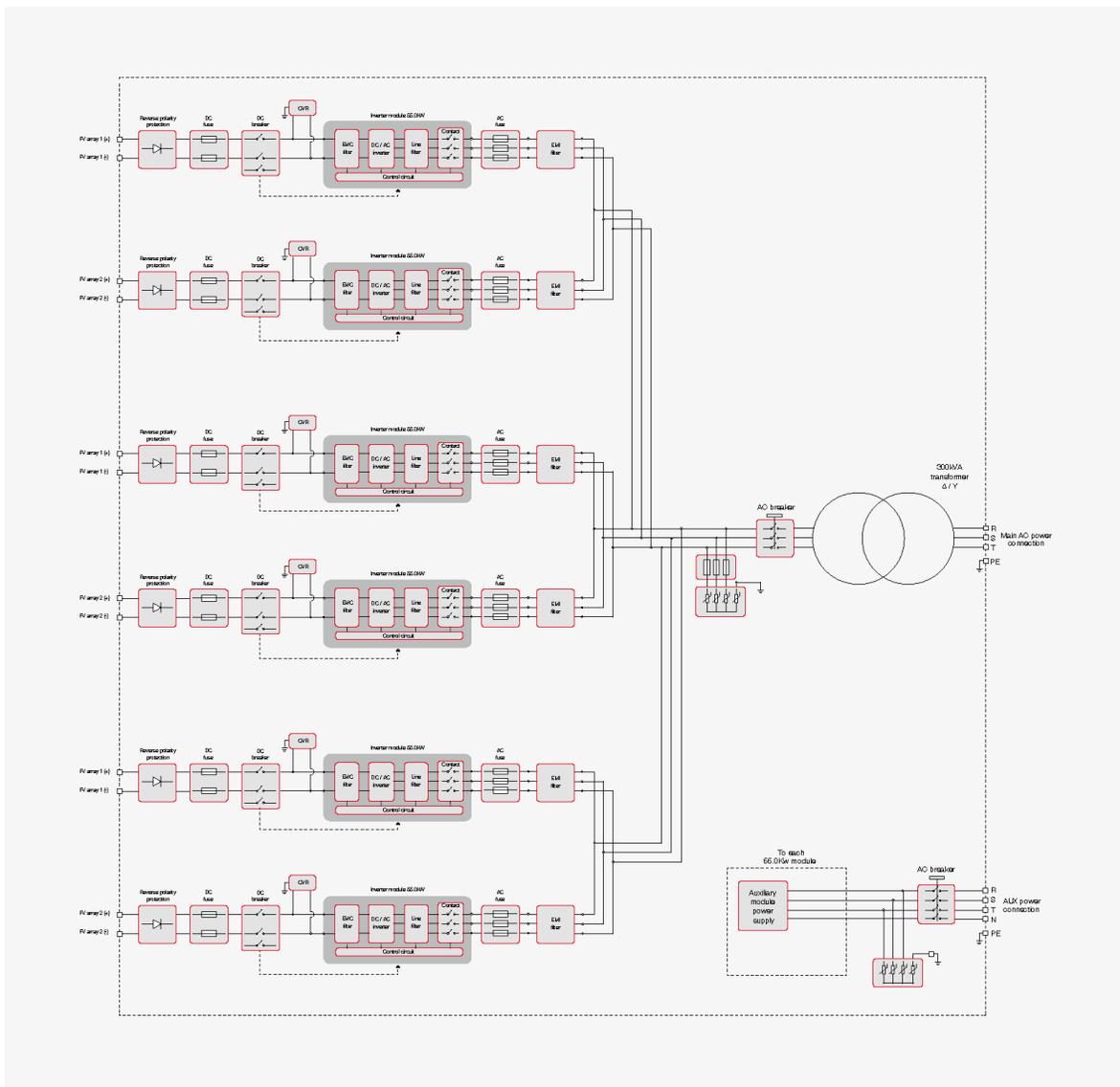


PRODUCT FLYER FOR PVI-55.0/330.0 ABB SOLAR INVERTERS

ABB central inverters

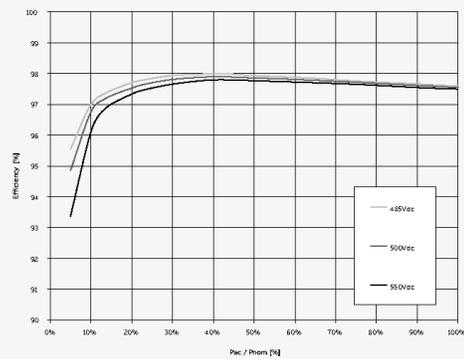
PVI-55.0/110.0 - PVI-165.0/220.0 - PVI-275.0/330.0
55 to 330 kW

Block diagram of PVI-330.0 with transformer (multi master)

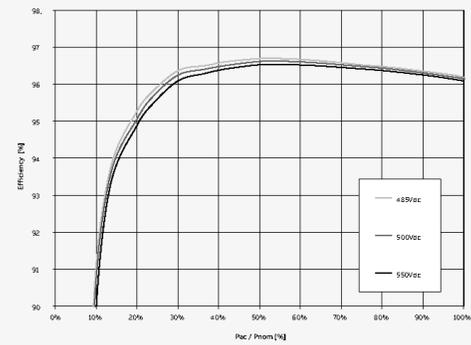




Efficiency curves of PVI-55.0/330.0-TL



Efficiency curves of PVI-275.0/330.0-TL



For more information please contact your local ABB representative or visit:
www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AG. Copyright © 2017 ABB. All rights reserved.



BCD.00381 Rev. B EN 05.07.2017



Anexo 8. COMBINACION PANEL- INVERSOR

Combinación UNO-DM-5.0-TL-PLUS con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|---------------------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| UNO-DM-5.0-TL-PLUS | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 20 | 20 | 19 | 17 | 19 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | Máximo de paneles por MPP | 14 | 15 | 14 | 14 | 14 |



Combinación TRIO-5.8-TL-OUTD con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|------------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| TRIO-5.8-TL-OUTD | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 24 | 24 | 23 | 20 | 23 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 12 | 13 | 12 | 11 | 12 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación TRIO-50-TL-OUTD con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|-----------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| TRIO-50-TL-OUTD | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 13 | 12 | 12 | 11 | 12 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 208 | 208 | 200 | 173 | 200 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 18 | 19 | 18 | 17 | 18 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación PVI-110.0-TL con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|--------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| PVI-110.0-TL | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 29 | 29 | 29 | 26 | 29 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 488 | 488 | 469 | 406 | 469 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 18 | 19 | 18 | 17 | 19 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Anexo 9. Selección de arreglo para cada inversor- DISEÑO SAUCAY-ESCOMBRERA

Inversor TRIO-50-TL-OUTD

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|------------------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| TRIO-50-TL-OUTD | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 13 | 12 | 12 | 11 | 12 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 208 | 208 | 200 | 173 | 200 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 18 | 19 | 18 | 17 | 18 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (JKM250P-60)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|
| s^P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 4.5 | 9 | 13.5 | 18 | 22.5 | 27 | 31.5 | 36 | 40.5 | 45 | 49.5 | 54 | 58.5 |
| 19 | 4.75 | 9.5 | 14.25 | 19 | 23.75 | 28.5 | 33.25 | 38 | 42.75 | 47.5 | 52.25 | 57 | 61.75 |
| 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 |
| 21 | 5.25 | 10.5 | 15.75 | 21 | 26.25 | 31.5 | 36.75 | 42 | 47.25 | 52.5 | 57.75 | 63 | 68.25 |
| 22 | 5.5 | 11 | 16.5 | 22 | 27.5 | 33 | 38.5 | 44 | 49.5 | 55 | 60.5 | 66 | 71.5 |
| 23 | 5.75 | 11.5 | 17.25 | 23 | 28.75 | 34.5 | 40.25 | 46 | 51.75 | 57.5 | 63.25 | 69 | 74.75 |
| 24 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 | 78 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| s^P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 90 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 | 630 | 720 | 810 | 900 | 990 | 1080 | 1170 |
| 19 | 95 | 190 | 285 | 380 | 475 | 570 | 665 | 760 | 855 | 950 | 1045 | 1140 | 1235 |
| 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |
| 21 | 105 | 210 | 315 | 420 | 525 | 630 | 735 | 840 | 945 | 1050 | 1155 | 1260 | 1365 |
| 22 | 110 | 220 | 330 | 440 | 550 | 660 | 770 | 880 | 990 | 1100 | 1210 | 1320 | 1430 |
| 23 | 115 | 230 | 345 | 460 | 575 | 690 | 805 | 920 | 1035 | 1150 | 1265 | 1380 | 1495 |
| 24 | 120 | 240 | 360 | 480 | 600 | 720 | 840 | 960 | 1080 | 1200 | 1320 | 1440 | 1560 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| s^P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | 99 | 108 | 117 |
| 19 | 9.5 | 19 | 28.5 | 38 | 47.5 | 57 | 66.5 | 76 | 85.5 | 95 | 104.5 | 114 | 123.5 |
| 20 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| 21 | 10.5 | 21 | 31.5 | 42 | 52.5 | 63 | 73.5 | 84 | 94.5 | 105 | 115.5 | 126 | 136.5 |
| 22 | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 | 143 |
| 23 | 11.5 | 23 | 34.5 | 46 | 57.5 | 69 | 80.5 | 92 | 103.5 | 115 | 126.5 | 138 | 149.5 |
| 24 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 | 156 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (KD250GH-4YB2)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|------|
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 4.75 | 9.5 | 14.25 | 19 | 23.75 | 28.5 | 33.25 | 38 | 42.75 | 47.5 | 52.25 | 57 |
| 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| 21 | 5.25 | 10.5 | 15.75 | 21 | 26.25 | 31.5 | 36.75 | 42 | 47.25 | 52.5 | 57.75 | 63 |
| 22 | 5.5 | 11 | 16.5 | 22 | 27.5 | 33 | 38.5 | 44 | 49.5 | 55 | 60.5 | 66 |
| 23 | 5.75 | 11.5 | 17.25 | 23 | 28.75 | 34.5 | 40.25 | 46 | 51.75 | 57.5 | 63.25 | 69 |
| 24 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 95 | 190 | 285 | 380 | 475 | 570 | 665 | 760 | 855 | 950 | 1045 | 1140 |
| 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| 21 | 105 | 210 | 315 | 420 | 525 | 630 | 735 | 840 | 945 | 1050 | 1155 | 1260 |
| 22 | 110 | 220 | 330 | 440 | 550 | 660 | 770 | 880 | 990 | 1100 | 1210 | 1320 |
| 23 | 115 | 230 | 345 | 460 | 575 | 690 | 805 | 920 | 1035 | 1150 | 1265 | 1380 |
| 24 | 120 | 240 | 360 | 480 | 600 | 720 | 840 | 960 | 1080 | 1200 | 1320 | 1440 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 9.5 | 19 | 28.5 | 38 | 47.5 | 57 | 66.5 | 76 | 85.5 | 95 | 104.5 | 114 |
| 20 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| 21 | 10.5 | 21 | 31.5 | 42 | 52.5 | 63 | 73.5 | 84 | 94.5 | 105 | 115.5 | 126 |
| 22 | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 |
| 23 | 11.5 | 23 | 34.5 | 46 | 57.5 | 69 | 80.5 | 92 | 103.5 | 115 | 126.5 | 138 |
| 24 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (Q. POWER-G5 260)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| Paralelo Serie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 4.68 | 9.36 | 14.04 | 18.72 | 23.4 | 28.08 | 32.76 | 37.44 | 42.12 | 46.8 | 51.48 | 56.16 |
| 19 | 4.94 | 9.88 | 14.82 | 19.76 | 24.7 | 29.64 | 34.58 | 39.52 | 44.46 | 49.4 | 54.34 | 59.28 |
| 20 | 5.2 | 10.4 | 15.6 | 20.8 | 26 | 31.2 | 36.4 | 41.6 | 46.8 | 52 | 57.2 | 62.4 |
| 21 | 5.46 | 10.92 | 16.38 | 21.84 | 27.3 | 32.76 | 38.22 | 43.68 | 49.14 | 54.6 | 60.06 | 65.52 |
| 22 | 5.72 | 11.44 | 17.16 | 22.88 | 28.6 | 34.32 | 40.04 | 45.76 | 51.48 | 57.2 | 62.92 | 68.64 |
| 23 | 5.98 | 11.96 | 17.94 | 23.92 | 29.9 | 35.88 | 41.86 | 47.84 | 53.82 | 59.8 | 65.78 | 71.76 |
| 24 | 6.24 | 12.48 | 18.72 | 24.96 | 31.2 | 37.44 | 43.68 | 49.92 | 56.16 | 62.4 | 68.64 | 74.88 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | |
| S P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 90 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 | 630 | 720 | 810 | 900 | 990 | 1080 |
| 19 | 95 | 190 | 285 | 380 | 475 | 570 | 665 | 760 | 855 | 950 | 1045 | 1140 |
| 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| 21 | 105 | 210 | 315 | 420 | 525 | 630 | 735 | 840 | 945 | 1050 | 1155 | 1260 |
| 22 | 110 | 220 | 330 | 440 | 550 | 660 | 770 | 880 | 990 | 1100 | 1210 | 1320 |
| 23 | 115 | 230 | 345 | 460 | 575 | 690 | 805 | 920 | 1035 | 1150 | 1265 | 1380 |
| 24 | 120 | 240 | 360 | 480 | 600 | 720 | 840 | 960 | 1080 | 1200 | 1320 | 1440 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| S P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 9.36 | 18.72 | 28.08 | 37.44 | 46.8 | 56.16 | 65.52 | 74.88 | 84.24 | 93.6 | 102.96 | 112.32 |
| 19 | 9.88 | 19.76 | 29.64 | 39.52 | 49.4 | 59.28 | 69.16 | 79.04 | 88.92 | 98.8 | 108.68 | 118.56 |
| 20 | 10.4 | 20.8 | 31.2 | 41.6 | 52 | 62.4 | 72.8 | 83.2 | 93.6 | 104 | 114.4 | 124.8 |
| 21 | 10.92 | 21.84 | 32.76 | 43.68 | 54.6 | 65.52 | 76.44 | 87.36 | 98.28 | 109.2 | 120.12 | 131.04 |
| 22 | 11.44 | 22.88 | 34.32 | 45.76 | 57.2 | 68.64 | 80.08 | 91.52 | 102.96 | 114.4 | 125.84 | 137.28 |
| 23 | 11.96 | 23.92 | 35.88 | 47.84 | 59.8 | 71.76 | 83.72 | 95.68 | 107.64 | 119.6 | 131.56 | 143.52 |
| 24 | 12.48 | 24.96 | 37.44 | 49.92 | 62.4 | 74.88 | 87.36 | 99.84 | 112.32 | 124.8 | 137.28 | 149.76 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (CS6K-300MS)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 17 | 5.1 | 10.2 | 15.3 | 20.4 | 25.5 | 30.6 | 35.7 | 40.8 | 45.9 | 51 | 56.1 |
| 18 | 5.4 | 10.8 | 16.2 | 21.6 | 27 | 32.4 | 37.8 | 43.2 | 48.6 | 54 | 59.4 |
| 19 | 5.7 | 11.4 | 17.1 | 22.8 | 28.5 | 34.2 | 39.9 | 45.6 | 51.3 | 57 | 62.7 |
| 20 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 |
| 21 | 6.3 | 12.6 | 18.9 | 25.2 | 31.5 | 37.8 | 44.1 | 50.4 | 56.7 | 63 | 69.3 |
| 22 | 6.6 | 13.2 | 19.8 | 26.4 | 33 | 39.6 | 46.2 | 52.8 | 59.4 | 66 | 72.6 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 17 | 85 | 170 | 255 | 340 | 425 | 510 | 595 | 680 | 765 | 850 | 935 |
| 18 | 90 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 | 630 | 720 | 810 | 900 | 990 |
| 19 | 95 | 190 | 285 | 380 | 475 | 570 | 665 | 760 | 855 | 950 | 1045 |
| 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 |
| 21 | 105 | 210 | 315 | 420 | 525 | 630 | 735 | 840 | 945 | 1050 | 1155 |
| 22 | 110 | 220 | 330 | 440 | 550 | 660 | 770 | 880 | 990 | 1100 | 1210 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 17 | 10.2 | 20.4 | 30.6 | 40.8 | 51 | 61.2 | 71.4 | 81.6 | 91.8 | 102 | 112.2 |
| 18 | 10.8 | 21.6 | 32.4 | 43.2 | 54 | 64.8 | 75.6 | 86.4 | 97.2 | 108 | 118.8 |
| 19 | 11.4 | 22.8 | 34.2 | 45.6 | 57 | 68.4 | 79.8 | 91.2 | 102.6 | 114 | 125.4 |
| 20 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 |
| 21 | 12.6 | 25.2 | 37.8 | 50.4 | 63 | 75.6 | 88.2 | 100.8 | 113.4 | 126 | 138.6 |
| 22 | 13.2 | 26.4 | 39.6 | 52.8 | 66 | 79.2 | 92.4 | 105.6 | 118.8 | 132 | 145.2 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (CS6P-260M)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 4.68 | 9.36 | 14.04 | 18.72 | 23.4 | 28.08 | 32.76 | 37.44 | 42.12 | 46.8 | 51.48 | 56.16 |
| 19 | 4.94 | 9.88 | 14.82 | 19.76 | 24.7 | 29.64 | 34.58 | 39.52 | 44.46 | 49.4 | 54.34 | 59.28 |
| 20 | 5.2 | 10.4 | 15.6 | 20.8 | 26 | 31.2 | 36.4 | 41.6 | 46.8 | 52 | 57.2 | 62.4 |
| 21 | 5.46 | 10.92 | 16.38 | 21.84 | 27.3 | 32.76 | 38.22 | 43.68 | 49.14 | 54.6 | 60.06 | 65.52 |
| 22 | 5.72 | 11.44 | 17.16 | 22.88 | 28.6 | 34.32 | 40.04 | 45.76 | 51.48 | 57.2 | 62.92 | 68.64 |
| 23 | 5.98 | 11.96 | 17.94 | 23.92 | 29.9 | 35.88 | 41.86 | 47.84 | 53.82 | 59.8 | 65.78 | 71.76 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 90 | 180 | 270 | 360 | 450 | 540 | 630 | 720 | 810 | 900 | 990 | 1080 |
| 19 | 95 | 190 | 285 | 380 | 475 | 570 | 665 | 760 | 855 | 950 | 1045 | 1140 |
| 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| 21 | 105 | 210 | 315 | 420 | 525 | 630 | 735 | 840 | 945 | 1050 | 1155 | 1260 |
| 22 | 110 | 220 | 330 | 440 | 550 | 660 | 770 | 880 | 990 | 1100 | 1210 | 1320 |
| 23 | 115 | 230 | 345 | 460 | 575 | 690 | 805 | 920 | 1035 | 1150 | 1265 | 1380 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 9.36 | 18.72 | 28.08 | 37.44 | 46.8 | 56.16 | 65.52 | 74.88 | 84.24 | 93.6 | 102.96 | 112.32 |
| 19 | 9.88 | 19.76 | 29.64 | 39.52 | 49.4 | 59.28 | 69.16 | 79.04 | 88.92 | 98.8 | 108.68 | 118.56 |
| 20 | 10.4 | 20.8 | 31.2 | 41.6 | 52 | 62.4 | 72.8 | 83.2 | 93.6 | 104 | 114.4 | 124.8 |
| 21 | 10.92 | 21.84 | 32.76 | 43.68 | 54.6 | 65.52 | 76.44 | 87.36 | 98.28 | 109.2 | 120.12 | 131.04 |
| 22 | 11.44 | 22.88 | 34.32 | 45.76 | 57.2 | 68.64 | 80.08 | 91.52 | 102.96 | 114.4 | 125.84 | 137.28 |
| 23 | 11.96 | 23.92 | 35.88 | 47.84 | 59.8 | 71.76 | 83.72 | 95.68 | 107.64 | 119.6 | 131.56 | 143.52 |



Inversor PVI-110.0-TL con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|--------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| PVI-110.0-TL | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 29 | 29 | 29 | 26 | 29 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 488 | 488 | 469 | 406 | 469 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 18 | 19 | 18 | 17 | 19 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (JKM250P-60)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| S P | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 76.5 | 81 | 85.5 | 90 | 94.5 | 99 | 103.5 | 108 | 112.5 | 117 | 121.5 | 126 | 130.5 |
| 19 | 80.75 | 85.5 | 90.25 | 95 | 99.75 | 104.5 | 109.25 | 114 | 118.75 | 123.5 | 128.25 | 133 | 137.75 |
| 20 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 |
| 21 | 89.25 | 94.5 | 99.75 | 105 | 110.25 | 115.5 | 120.75 | 126 | 131.25 | 136.5 | 141.75 | 147 | 152.25 |
| 22 | 93.5 | 99 | 104.5 | 110 | 115.5 | 121 | 126.5 | 132 | 137.5 | 143 | 148.5 | 154 | 159.5 |
| 23 | 97.75 | 103.5 | 109.25 | 115 | 120.75 | 126.5 | 132.25 | 138 | 143.75 | 149.5 | 155.25 | 161 | 166.75 |
| 24 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 | 162 | 168 | 174 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| S P | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 612 | 648 | 684 | 720 | 756 | 792 | 828 | 864 | 900 | 936 | 972 | 1008 | 1044 |
| 19 | 646 | 684 | 722 | 760 | 798 | 836 | 874 | 912 | 950 | 988 | 1026 | 1064 | 1102 |
| 20 | 680 | 720 | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 | 1160 |
| 21 | 714 | 756 | 798 | 840 | 882 | 924 | 966 | 1008 | 1050 | 1092 | 1134 | 1176 | 1218 |
| 22 | 748 | 792 | 836 | 880 | 924 | 968 | 1012 | 1056 | 1100 | 1144 | 1188 | 1232 | 1276 |
| 23 | 782 | 828 | 874 | 920 | 966 | 1012 | 1058 | 1104 | 1150 | 1196 | 1242 | 1288 | 1334 |
| 24 | 816 | 864 | 912 | 960 | 1008 | 1056 | 1104 | 1152 | 1200 | 1248 | 1296 | 1344 | 1392 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| S P | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 62.70 | 66.39 | 70.08 | 73.77 | 77.46 | 81.15 | 84.84 | 88.52 | 92.21 | 95.90 | 99.59 | 103.28 | 106.97 |
| 19 | 66.19 | 70.08 | 73.98 | 77.87 | 81.76 | 85.66 | 89.55 | 93.44 | 97.34 | 101.23 | 105.12 | 109.02 | 112.91 |
| 20 | 69.67 | 73.77 | 77.87 | 81.97 | 86.07 | 90.16 | 94.26 | 98.36 | 102.46 | 106.56 | 110.66 | 114.75 | 118.85 |
| 21 | 73.16 | 77.46 | 81.76 | 86.07 | 90.37 | 94.67 | 98.98 | 103.28 | 107.58 | 111.89 | 116.19 | 120.49 | 124.80 |
| 22 | 76.64 | 81.15 | 85.66 | 90.16 | 94.67 | 99.18 | 103.69 | 108.20 | 112.70 | 117.21 | 121.72 | 126.23 | 130.74 |
| 23 | 80.12 | 84.84 | 89.55 | 94.26 | 98.98 | 103.69 | 108.40 | 113.11 | 117.83 | 122.54 | 127.25 | 131.97 | 136.68 |
| 24 | 83.61 | 88.52 | 93.44 | 98.36 | 103.28 | 108.20 | 113.11 | 118.03 | 122.95 | 127.87 | 132.79 | 137.70 | 142.62 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (KD250GH-4YB2)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--------|-----|--------|-------|--------|-----|--------|-------|--------|-----|--------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 80.75 | 85.5 | 90.25 | 95 | 99.75 | 104.5 | 109.25 | 114 | 118.75 | 123.5 | 128.25 | 133 | 137.75 |
| 20 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 |
| 21 | 89.25 | 94.5 | 99.75 | 105 | 110.25 | 115.5 | 120.75 | 126 | 131.25 | 136.5 | 141.75 | 147 | 152.25 |
| 22 | 93.5 | 99 | 104.5 | 110 | 115.5 | 121 | 126.5 | 132 | 137.5 | 143 | 148.5 | 154 | 159.5 |
| 23 | 97.75 | 103.5 | 109.25 | 115 | 120.75 | 126.5 | 132.25 | 138 | 143.75 | 149.5 | 155.25 | 161 | 166.75 |
| 24 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 | 162 | 168 | 174 |

| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 646 | 684 | 722 | 760 | 798 | 836 | 874 | 912 | 950 | 988 | 1026 | 1064 | 1102 |
| 20 | 680 | 720 | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 | 1160 |
| 21 | 714 | 756 | 798 | 840 | 882 | 924 | 966 | 1008 | 1050 | 1092 | 1134 | 1176 | 1218 |
| 22 | 748 | 792 | 836 | 880 | 924 | 968 | 1012 | 1056 | 1100 | 1144 | 1188 | 1232 | 1276 |
| 23 | 782 | 828 | 874 | 920 | 966 | 1012 | 1058 | 1104 | 1150 | 1196 | 1242 | 1288 | 1334 |
| 24 | 816 | 864 | 912 | 960 | 1008 | 1056 | 1104 | 1152 | 1200 | 1248 | 1296 | 1344 | 1392 |

| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 66.19 | 70.08 | 73.98 | 77.87 | 81.76 | 85.66 | 89.55 | 93.44 | 97.34 | 101.23 | 105.12 | 109.02 | 112.91 |
| 20 | 69.67 | 73.77 | 77.87 | 81.97 | 86.07 | 90.16 | 94.26 | 98.36 | 102.46 | 106.56 | 110.66 | 114.75 | 118.85 |
| 21 | 73.16 | 77.46 | 81.76 | 86.07 | 90.37 | 94.67 | 98.98 | 103.28 | 107.58 | 111.89 | 116.19 | 120.49 | 124.80 |
| 22 | 76.64 | 81.15 | 85.66 | 90.16 | 94.67 | 99.18 | 103.69 | 108.20 | 112.70 | 117.21 | 121.72 | 126.23 | 130.74 |
| 23 | 80.12 | 84.84 | 89.55 | 94.26 | 98.98 | 103.69 | 108.40 | 113.11 | 117.83 | 122.54 | 127.25 | 131.97 | 136.68 |
| 24 | 83.61 | 88.52 | 93.44 | 98.36 | 103.28 | 108.20 | 113.11 | 118.03 | 122.95 | 127.87 | 132.79 | 137.70 | 142.62 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (Q.POWER-G5 260)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{P}{s}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 79.56 | 84.24 | 88.92 | 93.6 | 98.28 | 102.96 | 107.64 | 112.32 | 117 | 121.68 | 126.36 | 131.04 | 135.72 |
| 19 | 83.98 | 88.92 | 93.86 | 98.8 | 103.74 | 108.68 | 113.62 | 118.56 | 123.5 | 128.44 | 133.38 | 138.32 | 143.26 |
| 20 | 88.4 | 93.6 | 98.8 | 104 | 109.2 | 114.4 | 119.6 | 124.8 | 130 | 135.2 | 140.4 | 145.6 | 150.8 |
| 21 | 92.82 | 98.28 | 103.74 | 109.2 | 114.66 | 120.12 | 125.58 | 131.04 | 136.5 | 141.96 | 147.42 | 152.88 | 158.34 |
| 22 | 97.24 | 102.96 | 108.68 | 114.4 | 120.12 | 125.84 | 131.56 | 137.28 | 143 | 148.72 | 154.44 | 160.16 | 165.88 |
| 23 | 101.66 | 107.64 | 113.62 | 119.6 | 125.58 | 131.56 | 137.54 | 143.52 | 149.5 | 155.48 | 161.46 | 167.44 | 173.42 |
| 24 | 106.08 | 112.32 | 118.56 | 124.8 | 131.04 | 137.28 | 143.52 | 149.76 | 156 | 162.24 | 168.48 | 174.72 | 180.96 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{s}$ | 21 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 612 | 648 | 684 | 720 | 756 | 792 | 828 | 864 | 900 | 936 | 972 | 1008 | 1044 |
| 19 | 646 | 684 | 722 | 760 | 798 | 836 | 874 | 912 | 950 | 988 | 1026 | 1064 | 1102 |
| 20 | 680 | 720 | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 | 1160 |
| 21 | 714 | 756 | 798 | 840 | 882 | 924 | 966 | 1008 | 1050 | 1092 | 1134 | 1176 | 1218 |
| 22 | 748 | 792 | 836 | 880 | 924 | 968 | 1012 | 1056 | 1100 | 1144 | 1188 | 1232 | 1276 |
| 23 | 782 | 828 | 874 | 920 | 966 | 1012 | 1058 | 1104 | 1150 | 1196 | 1242 | 1288 | 1334 |
| 24 | 816 | 864 | 912 | 960 | 1008 | 1056 | 1104 | 1152 | 1200 | 1248 | 1296 | 1344 | 1392 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{s}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 65.21 | 69.05 | 72.89 | 76.72 | 80.56 | 84.39 | 88.23 | 92.07 | 95.90 | 99.74 | 103.57 | 107.41 | 111.25 |
| 19 | 68.84 | 72.89 | 76.93 | 80.98 | 85.03 | 89.08 | 93.13 | 97.18 | 101.23 | 105.28 | 109.33 | 113.38 | 117.43 |
| 20 | 72.46 | 76.72 | 80.98 | 85.25 | 89.51 | 93.77 | 98.03 | 102.30 | 106.56 | 110.82 | 115.08 | 119.34 | 123.61 |
| 21 | 76.08 | 80.56 | 85.03 | 89.51 | 93.98 | 98.46 | 102.93 | 107.41 | 111.89 | 116.36 | 120.84 | 125.31 | 129.79 |
| 22 | 79.70 | 84.39 | 89.08 | 93.77 | 98.46 | 103.15 | 107.84 | 112.52 | 117.21 | 121.90 | 126.59 | 131.28 | 135.97 |
| 23 | 83.33 | 88.23 | 93.13 | 98.03 | 102.93 | 107.84 | 112.74 | 117.64 | 122.54 | 127.44 | 132.34 | 137.25 | 142.15 |
| 24 | 86.95 | 92.07 | 97.18 | 102.30 | 107.41 | 112.52 | 117.64 | 122.75 | 127.87 | 132.98 | 138.10 | 143.21 | 148.33 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (CS6K-300MS)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 17 | 86.7 | 91.8 | 96.9 | 102 | 107.1 | 112.2 | 117.3 | 122.4 | 127.5 | 132.6 |
| 18 | 91.8 | 97.2 | 102.6 | 108 | 113.4 | 118.8 | 124.2 | 129.6 | 135 | 140.4 |
| 19 | 96.9 | 102.6 | 108.3 | 114 | 119.7 | 125.4 | 131.1 | 136.8 | 142.5 | 148.2 |
| 20 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 |
| 21 | 107.1 | 113.4 | 119.7 | 126 | 132.3 | 138.6 | 144.9 | 151.2 | 157.5 | 163.8 |
| 22 | 112.2 | 118.8 | 125.4 | 132 | 138.6 | 145.2 | 151.8 | 158.4 | 165 | 171.6 |

| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 17 | 578 | 612 | 646 | 680 | 714 | 748 | 782 | 816 | 850 | 884 |
| 18 | 612 | 648 | 684 | 720 | 756 | 792 | 828 | 864 | 900 | 936 |
| 19 | 646 | 684 | 722 | 760 | 798 | 836 | 874 | 912 | 950 | 988 |
| 20 | 680 | 720 | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 |
| 21 | 714 | 756 | 798 | 840 | 882 | 924 | 966 | 1008 | 1050 | 1092 |
| 22 | 748 | 792 | 836 | 880 | 924 | 968 | 1012 | 1056 | 1100 | 1144 |

| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 17 | 71.07 | 75.25 | 79.43 | 83.61 | 87.79 | 91.97 | 96.15 | 100.33 | 104.51 | 108.69 |
| 18 | 75.25 | 79.67 | 84.10 | 88.52 | 92.95 | 97.38 | 101.80 | 106.23 | 110.66 | 115.08 |
| 19 | 79.43 | 84.10 | 88.77 | 93.44 | 98.11 | 102.79 | 107.46 | 112.13 | 116.80 | 121.47 |
| 20 | 83.61 | 88.52 | 93.44 | 98.36 | 103.28 | 108.20 | 113.11 | 118.03 | 122.95 | 127.87 |
| 21 | 87.79 | 92.95 | 98.11 | 103.28 | 108.44 | 113.61 | 118.77 | 123.93 | 129.10 | 134.27 |
| 22 | 91.97 | 97.38 | 102.79 | 108.20 | 113.61 | 119.02 | 124.43 | 129.84 | 135.25 | 140.66 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (CS6P-260M)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{s}{P}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 83.98 | 88.92 | 93.86 | 98.8 | 103.74 | 108.68 | 113.62 | 118.56 | 123.5 | 128.44 | 133.38 | 138.32 | 143.26 |
| 20 | 88.4 | 93.6 | 98.8 | 104 | 109.2 | 114.4 | 119.6 | 124.8 | 130 | 135.2 | 140.4 | 145.6 | 150.8 |
| 21 | 92.82 | 98.28 | 103.74 | 109.2 | 114.66 | 120.12 | 125.58 | 131.04 | 136.5 | 141.96 | 147.42 | 152.88 | 158.34 |
| 22 | 97.24 | 102.96 | 108.68 | 114.4 | 120.12 | 125.84 | 131.56 | 137.28 | 143 | 148.72 | 154.44 | 160.16 | 165.88 |
| 23 | 101.66 | 107.64 | 113.62 | 119.6 | 125.58 | 131.56 | 137.54 | 143.52 | 149.5 | 155.48 | 161.46 | 167.44 | 173.42 |

| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\frac{s}{P}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 646 | 684 | 722 | 760 | 798 | 836 | 874 | 912 | 950 | 988 | 1026 | 1064 | 1102 |
| 20 | 680 | 720 | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 | 1160 |
| 21 | 714 | 756 | 798 | 840 | 882 | 924 | 966 | 1008 | 1050 | 1092 | 1134 | 1176 | 1218 |
| 22 | 748 | 792 | 836 | 880 | 924 | 968 | 1012 | 1056 | 1100 | 1144 | 1188 | 1232 | 1276 |
| 23 | 782 | 828 | 874 | 920 | 966 | 1012 | 1058 | 1104 | 1150 | 1196 | 1242 | 1288 | 1334 |

| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{s}{P}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 68.84 | 72.89 | 76.93 | 80.98 | 85.03 | 89.08 | 93.13 | 97.18 | 101.23 | 105.28 | 109.33 | 113.38 | 117.43 |
| 20 | 72.46 | 76.72 | 80.98 | 85.25 | 89.51 | 93.77 | 98.03 | 102.30 | 106.56 | 110.82 | 115.08 | 119.34 | 123.61 |
| 21 | 76.08 | 80.56 | 85.03 | 89.51 | 93.98 | 98.46 | 102.93 | 107.41 | 111.89 | 116.36 | 120.84 | 125.31 | 129.79 |
| 22 | 79.70 | 84.39 | 89.08 | 93.77 | 98.46 | 103.15 | 107.84 | 112.52 | 117.21 | 121.90 | 126.59 | 131.28 | 135.97 |
| 23 | 83.33 | 88.23 | 93.13 | 98.03 | 102.93 | 107.84 | 112.74 | 117.64 | 122.54 | 127.44 | 132.34 | 137.25 | 142.15 |



Anexo 10. Selección de arreglo para cada inversor- DISEÑO SAUCAY-TERRENO

Inversor TRIO-50-TL-OUTD

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|-----------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| TRIO-50-TL-OUTD | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 13 | 12 | 12 | 11 | 12 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 208 | 208 | 200 | 173 | 200 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 18 | 19 | 18 | 17 | 18 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (JKM250P-60)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|
| $\frac{P}{s}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 4,5 | 9 | 13,5 | 18 | 22,5 | 27 | 31,5 | 36 | 40,5 | 45 | 49,5 | 54 | 58,5 |
| 19 | 4,75 | 9,5 | 14,25 | 19 | 23,75 | 28,5 | 33,25 | 38 | 42,75 | 47,5 | 52,25 | 57 | 61,75 |
| 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 |
| 21 | 5,25 | 10,5 | 15,75 | 21 | 26,25 | 31,5 | 36,75 | 42 | 47,25 | 52,5 | 57,75 | 63 | 68,25 |
| 22 | 5,5 | 11 | 16,5 | 22 | 27,5 | 33 | 38,5 | 44 | 49,5 | 55 | 60,5 | 66 | 71,5 |
| 23 | 5,75 | 11,5 | 17,25 | 23 | 28,75 | 34,5 | 40,25 | 46 | 51,75 | 57,5 | 63,25 | 69 | 74,75 |
| 24 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 | 78 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{s}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 36 | 72 | 108 | 144 | 180 | 216 | 252 | 288 | 324 | 360 | 396 | 432 | 468 |
| 19 | 38 | 76 | 114 | 152 | 190 | 228 | 266 | 304 | 342 | 380 | 418 | 456 | 494 |
| 20 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 | 520 |
| 21 | 42 | 84 | 126 | 168 | 210 | 252 | 294 | 336 | 378 | 420 | 462 | 504 | 546 |
| 22 | 44 | 88 | 132 | 176 | 220 | 264 | 308 | 352 | 396 | 440 | 484 | 528 | 572 |
| 23 | 46 | 92 | 138 | 184 | 230 | 276 | 322 | 368 | 414 | 460 | 506 | 552 | 598 |
| 24 | 48 | 96 | 144 | 192 | 240 | 288 | 336 | 384 | 432 | 480 | 528 | 576 | 624 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{s}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | 99 | 108 | 117 |
| 19 | 9,5 | 19 | 28,5 | 38 | 47,5 | 57 | 66,5 | 76 | 85,5 | 95 | 104,5 | 114 | 123,5 |
| 20 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| 21 | 10,5 | 21 | 31,5 | 42 | 52,5 | 63 | 73,5 | 84 | 94,5 | 105 | 115,5 | 126 | 136,5 |
| 22 | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 | 143 |
| 23 | 11,5 | 23 | 34,5 | 46 | 57,5 | 69 | 80,5 | 92 | 103,5 | 115 | 126,5 | 138 | 149,5 |
| 24 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 | 156 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (KD250GH-4YB2)

| KD250GH-4YB2 | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|
| $\frac{P}{s}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 4,75 | 9,5 | 14,25 | 19 | 23,75 | 28,5 | 33,25 | 38 | 42,75 | 47,5 | 52,25 | 57 |
| 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| 21 | 5,25 | 10,5 | 15,75 | 21 | 26,25 | 31,5 | 36,75 | 42 | 47,25 | 52,5 | 57,75 | 63 |
| 22 | 5,5 | 11 | 16,5 | 22 | 27,5 | 33 | 38,5 | 44 | 49,5 | 55 | 60,5 | 66 |
| 23 | 5,75 | 11,5 | 17,25 | 23 | 28,75 | 34,5 | 40,25 | 46 | 51,75 | 57,5 | 63,25 | 69 |
| 24 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{s}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 38 | 76 | 114 | 152 | 190 | 228 | 266 | 304 | 342 | 380 | 418 | 456 |
| 20 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 |
| 21 | 42 | 84 | 126 | 168 | 210 | 252 | 294 | 336 | 378 | 420 | 462 | 504 |
| 22 | 44 | 88 | 132 | 176 | 220 | 264 | 308 | 352 | 396 | 440 | 484 | 528 |
| 23 | 46 | 92 | 138 | 184 | 230 | 276 | 322 | 368 | 414 | 460 | 506 | 552 |
| 24 | 48 | 96 | 144 | 192 | 240 | 288 | 336 | 384 | 432 | 480 | 528 | 576 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{s}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 9,5 | 19 | 28,5 | 38 | 47,5 | 57 | 66,5 | 76 | 85,5 | 95 | 104,5 | 114 |
| 20 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| 21 | 10,5 | 21 | 31,5 | 42 | 52,5 | 63 | 73,5 | 84 | 94,5 | 105 | 115,5 | 126 |
| 22 | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 |
| 23 | 11,5 | 23 | 34,5 | 46 | 57,5 | 69 | 80,5 | 92 | 103,5 | 115 | 126,5 | 138 |
| 24 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (Q.POWER-G5 260)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|-----|
| s P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 4,75 | 9,5 | 14,25 | 19 | 23,75 | 28,5 | 33,25 | 38 | 42,75 | 47,5 | 52,25 | 57 |
| 20 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| 21 | 5,25 | 10,5 | 15,75 | 21 | 26,25 | 31,5 | 36,75 | 42 | 47,25 | 52,5 | 57,75 | 63 |
| 22 | 5,5 | 11 | 16,5 | 22 | 27,5 | 33 | 38,5 | 44 | 49,5 | 55 | 60,5 | 66 |
| 23 | 5,75 | 11,5 | 17,25 | 23 | 28,75 | 34,5 | 40,25 | 46 | 51,75 | 57,5 | 63,25 | 69 |
| 24 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | |
| s P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 38 | 76 | 114 | 152 | 190 | 228 | 266 | 304 | 342 | 380 | 418 | 456 |
| 20 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 |
| 21 | 42 | 84 | 126 | 168 | 210 | 252 | 294 | 336 | 378 | 420 | 462 | 504 |
| 22 | 44 | 88 | 132 | 176 | 220 | 264 | 308 | 352 | 396 | 440 | 484 | 528 |
| 23 | 46 | 92 | 138 | 184 | 230 | 276 | 322 | 368 | 414 | 460 | 506 | 552 |
| 24 | 48 | 96 | 144 | 192 | 240 | 288 | 336 | 384 | 432 | 480 | 528 | 576 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| s P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 19 | 9,5 | 19 | 28,5 | 38 | 47,5 | 57 | 66,5 | 76 | 85,5 | 95 | 104,5 | 114 |
| 20 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| 21 | 10,5 | 21 | 31,5 | 42 | 52,5 | 63 | 73,5 | 84 | 94,5 | 105 | 115,5 | 126 |
| 22 | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 |
| 23 | 11,5 | 23 | 34,5 | 46 | 57,5 | 69 | 80,5 | 92 | 103,5 | 115 | 126,5 | 138 |
| 24 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (CS6K-300MS)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----|-------|
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 17 | 5,1 | 10,2 | 15,3 | 20,4 | 25,5 | 30,6 | 35,7 | 40,8 | 45,9 | 51 | 56,1 |
| 18 | 5,4 | 10,8 | 16,2 | 21,6 | 27 | 32,4 | 37,8 | 43,2 | 48,6 | 54 | 59,4 |
| 19 | 5,7 | 11,4 | 17,1 | 22,8 | 28,5 | 34,2 | 39,9 | 45,6 | 51,3 | 57 | 62,7 |
| 20 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 |
| 21 | 6,3 | 12,6 | 18,9 | 25,2 | 31,5 | 37,8 | 44,1 | 50,4 | 56,7 | 63 | 69,3 |
| 22 | 6,6 | 13,2 | 19,8 | 26,4 | 33 | 39,6 | 46,2 | 52,8 | 59,4 | 66 | 72,6 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 17 | 51 | 102 | 153 | 204 | 255 | 306 | 357 | 408 | 459 | 510 | 561 |
| 18 | 54 | 108 | 162 | 216 | 270 | 324 | 378 | 432 | 486 | 540 | 594 |
| 19 | 57 | 114 | 171 | 228 | 285 | 342 | 399 | 456 | 513 | 570 | 627 |
| 20 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 | 660 |
| 21 | 63 | 126 | 189 | 252 | 315 | 378 | 441 | 504 | 567 | 630 | 693 |
| 22 | 66 | 132 | 198 | 264 | 330 | 396 | 462 | 528 | 594 | 660 | 726 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 17 | 10,2 | 20,4 | 30,6 | 40,8 | 51 | 61,2 | 71,4 | 81,6 | 91,8 | 102 | 112,2 |
| 18 | 10,8 | 21,6 | 32,4 | 43,2 | 54 | 64,8 | 75,6 | 86,4 | 97,2 | 108 | 118,8 |
| 19 | 11,4 | 22,8 | 34,2 | 45,6 | 57 | 68,4 | 79,8 | 91,2 | 102,6 | 114 | 125,4 |
| 20 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 |
| 21 | 12,6 | 25,2 | 37,8 | 50,4 | 63 | 75,6 | 88,2 | 100,8 | 113,4 | 126 | 138,6 |
| 22 | 13,2 | 26,4 | 39,6 | 52,8 | 66 | 79,2 | 92,4 | 105,6 | 118,8 | 132 | 145,2 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (CS6P-260M)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| S P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 4,68 | 9,36 | 14,04 | 18,72 | 23,4 | 28,08 | 32,76 | 37,44 | 42,12 | 46,8 | 51,48 | 56,16 |
| 19 | 4,94 | 9,88 | 14,82 | 19,76 | 24,7 | 29,64 | 34,58 | 39,52 | 44,46 | 49,4 | 54,34 | 59,28 |
| 20 | 5,2 | 10,4 | 15,6 | 20,8 | 26 | 31,2 | 36,4 | 41,6 | 46,8 | 52 | 57,2 | 62,4 |
| 21 | 5,46 | 10,92 | 16,38 | 21,84 | 27,3 | 32,76 | 38,22 | 43,68 | 49,14 | 54,6 | 60,06 | 65,52 |
| 22 | 5,72 | 11,44 | 17,16 | 22,88 | 28,6 | 34,32 | 40,04 | 45,76 | 51,48 | 57,2 | 62,92 | 68,64 |
| 23 | 5,98 | 11,96 | 17,94 | 23,92 | 29,9 | 35,88 | 41,86 | 47,84 | 53,82 | 59,8 | 65,78 | 71,76 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 36 | 72 | 108 | 144 | 180 | 216 | 252 | 288 | 324 | 360 | 396 | 432 |
| 19 | 38 | 76 | 114 | 152 | 190 | 228 | 266 | 304 | 342 | 380 | 418 | 456 |
| 20 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 | 440 | 480 |
| 21 | 42 | 84 | 126 | 168 | 210 | 252 | 294 | 336 | 378 | 420 | 462 | 504 |
| 22 | 44 | 88 | 132 | 176 | 220 | 264 | 308 | 352 | 396 | 440 | 484 | 528 |
| 23 | 46 | 92 | 138 | 184 | 230 | 276 | 322 | 368 | 414 | 460 | 506 | 552 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| S P | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 18 | 9,36 | 18,72 | 28,08 | 37,44 | 46,8 | 56,16 | 65,52 | 74,88 | 84,24 | 93,6 | 102,96 | 112,32 |
| 19 | 9,88 | 19,76 | 29,64 | 39,52 | 49,4 | 59,28 | 69,16 | 79,04 | 88,92 | 98,8 | 108,68 | 118,56 |
| 20 | 10,4 | 20,8 | 31,2 | 41,6 | 52 | 62,4 | 72,8 | 83,2 | 93,6 | 104 | 114,4 | 124,8 |
| 21 | 10,92 | 21,84 | 32,76 | 43,68 | 54,6 | 65,52 | 76,44 | 87,36 | 98,28 | 109,2 | 120,12 | 131,04 |
| 22 | 11,44 | 22,88 | 34,32 | 45,76 | 57,2 | 68,64 | 80,08 | 91,52 | 102,96 | 114,4 | 125,84 | 137,28 |
| 23 | 11,96 | 23,92 | 35,88 | 47,84 | 59,8 | 71,76 | 83,72 | 95,68 | 107,64 | 119,6 | 131,56 | 143,52 |



Inversor PVI-110.0-TL con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|--------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| PVI-110.0-TL | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 29 | 29 | 29 | 26 | 29 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 488 | 488 | 469 | 406 | 469 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 18 | 19 | 18 | 17 | 19 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (JKM250P-60)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 8 | 9 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 76,5 | 81 | 85,5 | 90 | 94,5 | 99 | 103,5 | 108 | 112,5 | 117 | 121,5 | 126 | 130,5 |
| 19 | 80,75 | 85,5 | 90,25 | 95 | 99,75 | 104,5 | 109,25 | 114 | 118,75 | 123,5 | 128,25 | 133 | 137,75 |
| 20 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 |
| 21 | 89,25 | 94,5 | 99,75 | 105 | 110,25 | 115,5 | 120,75 | 126 | 131,25 | 136,5 | 141,75 | 147 | 152,25 |
| 22 | 93,5 | 99 | 104,5 | 110 | 115,5 | 121 | 126,5 | 132 | 137,5 | 143 | 148,5 | 154 | 159,5 |
| 23 | 97,75 | 103,5 | 109,25 | 115 | 120,75 | 126,5 | 132,25 | 138 | 143,75 | 149,5 | 155,25 | 161 | 166,75 |
| 24 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 | 162 | 168 | 174 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 306 | 324 | 342 | 360 | 378 | 396 | 414 | 432 | 450 | 468 | 486 | 504 | 522 |
| 19 | 323 | 342 | 361 | 380 | 399 | 418 | 437 | 456 | 475 | 494 | 513 | 532 | 551 |
| 20 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 480 | 500 | 520 | 540 | 560 | 580 |
| 21 | 357 | 378 | 399 | 420 | 441 | 462 | 483 | 504 | 525 | 546 | 567 | 588 | 609 |
| 22 | 374 | 396 | 418 | 440 | 462 | 484 | 506 | 528 | 550 | 572 | 594 | 616 | 638 |
| 23 | 391 | 414 | 437 | 460 | 483 | 506 | 529 | 552 | 575 | 598 | 621 | 644 | 667 |
| 24 | 408 | 432 | 456 | 480 | 504 | 528 | 552 | 576 | 600 | 624 | 648 | 672 | 696 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| s ^p | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 69,55 | 73,64 | 77,73 | 81,82 | 85,91 | 90,00 | 94,09 | 98,18 | 102,27 | 106,36 | 110,45 | 114,55 | 118,64 |
| 19 | 73,41 | 77,73 | 82,05 | 86,36 | 90,68 | 95,00 | 99,32 | 103,64 | 107,95 | 112,27 | 116,59 | 120,91 | 125,23 |
| 20 | 77,27 | 81,82 | 86,36 | 90,91 | 95,45 | 100,00 | 104,55 | 109,09 | 113,64 | 118,18 | 122,73 | 127,27 | 131,82 |
| 21 | 81,14 | 85,91 | 90,68 | 95,45 | 100,23 | 105,00 | 109,77 | 114,55 | 119,32 | 124,09 | 128,86 | 133,64 | 138,41 |
| 22 | 85,00 | 90,00 | 95,00 | 100,00 | 105,00 | 110,00 | 115,00 | 120,00 | 125,00 | 130,00 | 135,00 | 140,00 | 145,00 |
| 23 | 88,86 | 94,09 | 99,32 | 104,55 | 109,77 | 115,00 | 120,23 | 125,45 | 130,68 | 135,91 | 141,14 | 146,36 | 151,59 |
| 24 | 92,73 | 98,18 | 103,64 | 109,09 | 114,55 | 120,00 | 125,45 | 130,91 | 136,36 | 141,82 | 147,27 | 152,73 | 158,18 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (KD250GH-4YB2)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 8 | 9 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 80,75 | 85,5 | 90,25 | 95 | 99,75 | 104,5 | 109,25 | 114 | 118,75 | 123,5 | 128,25 | 133 | 137,75 |
| 20 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 |
| 21 | 89,25 | 94,5 | 99,75 | 105 | 110,25 | 115,5 | 120,75 | 126 | 131,25 | 136,5 | 141,75 | 147 | 152,25 |
| 22 | 93,5 | 99 | 104,5 | 110 | 115,5 | 121 | 126,5 | 132 | 137,5 | 143 | 148,5 | 154 | 159,5 |
| 23 | 97,75 | 103,5 | 109,25 | 115 | 120,75 | 126,5 | 132,25 | 138 | 143,75 | 149,5 | 155,25 | 161 | 166,75 |
| 24 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 | 162 | 168 | 174 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 323 | 342 | 361 | 380 | 399 | 418 | 437 | 456 | 475 | 494 | 513 | 532 | 551 |
| 20 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 480 | 500 | 520 | 540 | 560 | 580 |
| 21 | 357 | 378 | 399 | 420 | 441 | 462 | 483 | 504 | 525 | 546 | 567 | 588 | 609 |
| 22 | 374 | 396 | 418 | 440 | 462 | 484 | 506 | 528 | 550 | 572 | 594 | 616 | 638 |
| 23 | 391 | 414 | 437 | 460 | 483 | 506 | 529 | 552 | 575 | 598 | 621 | 644 | 667 |
| 24 | 408 | 432 | 456 | 480 | 504 | 528 | 552 | 576 | 600 | 624 | 648 | 672 | 696 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| s P | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 73,41 | 77,73 | 82,05 | 86,36 | 90,68 | 95,00 | 99,32 | 103,64 | 107,95 | 112,27 | 116,59 | 120,91 | 125,23 |
| 20 | 77,27 | 81,82 | 86,36 | 90,91 | 95,45 | 100,00 | 104,55 | 109,09 | 113,64 | 118,18 | 122,73 | 127,27 | 131,82 |
| 21 | 81,14 | 85,91 | 90,68 | 95,45 | 100,23 | 105,00 | 109,77 | 114,55 | 119,32 | 124,09 | 128,86 | 133,64 | 138,41 |
| 22 | 85,00 | 90,00 | 95,00 | 100,00 | 105,00 | 110,00 | 115,00 | 120,00 | 125,00 | 130,00 | 135,00 | 140,00 | 145,00 |
| 23 | 88,86 | 94,09 | 99,32 | 104,55 | 109,77 | 115,00 | 120,23 | 125,45 | 130,68 | 135,91 | 141,14 | 146,36 | 151,59 |
| 24 | 92,73 | 98,18 | 103,64 | 109,09 | 114,55 | 120,00 | 125,45 | 130,91 | 136,36 | 141,82 | 147,27 | 152,73 | 158,18 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (Q.POWER-G5 260)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 8 | 9 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 79,56 | 84,24 | 88,92 | 93,6 | 98,28 | 102,96 | 107,64 | 112,32 | 117 | 121,68 | 126,36 | 131,04 | 135,72 |
| 19 | 83,98 | 88,92 | 93,86 | 98,8 | 103,74 | 108,68 | 113,62 | 118,56 | 123,5 | 128,44 | 133,38 | 138,32 | 143,26 |
| 20 | 88,4 | 93,6 | 98,8 | 104 | 109,2 | 114,4 | 119,6 | 124,8 | 130 | 135,2 | 140,4 | 145,6 | 150,8 |
| 21 | 92,82 | 98,28 | 103,74 | 109,2 | 114,66 | 120,12 | 125,58 | 131,04 | 136,5 | 141,96 | 147,42 | 152,88 | 158,34 |
| 22 | 97,24 | 102,96 | 108,68 | 114,4 | 120,12 | 125,84 | 131,56 | 137,28 | 143 | 148,72 | 154,44 | 160,16 | 165,88 |
| 23 | 101,66 | 107,64 | 113,62 | 119,6 | 125,58 | 131,56 | 137,54 | 143,52 | 149,5 | 155,48 | 161,46 | 167,44 | 173,42 |
| 24 | 106,08 | 112,32 | 118,56 | 124,8 | 131,04 | 137,28 | 143,52 | 149,76 | 156 | 162,24 | 168,48 | 174,72 | 180,96 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 306 | 324 | 342 | 360 | 378 | 396 | 414 | 432 | 450 | 468 | 486 | 504 | 522 |
| 19 | 323 | 342 | 361 | 380 | 399 | 418 | 437 | 456 | 475 | 494 | 513 | 532 | 551 |
| 20 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 480 | 500 | 520 | 540 | 560 | 580 |
| 21 | 357 | 378 | 399 | 420 | 441 | 462 | 483 | 504 | 525 | 546 | 567 | 588 | 609 |
| 22 | 374 | 396 | 418 | 440 | 462 | 484 | 506 | 528 | 550 | 572 | 594 | 616 | 638 |
| 23 | 391 | 414 | 437 | 460 | 483 | 506 | 529 | 552 | 575 | 598 | 621 | 644 | 667 |
| 24 | 408 | 432 | 456 | 480 | 504 | 528 | 552 | 576 | 600 | 624 | 648 | 672 | 696 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| s P | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 18 | 72,33 | 76,58 | 80,84 | 85,09 | 89,35 | 93,60 | 97,85 | 102,11 | 106,36 | 110,62 | 114,87 | 119,13 | 123,38 |
| 19 | 76,35 | 80,84 | 85,33 | 89,82 | 94,31 | 98,80 | 103,29 | 107,78 | 112,27 | 116,76 | 121,25 | 125,75 | 130,24 |
| 20 | 80,36 | 85,09 | 89,82 | 94,55 | 99,27 | 104,00 | 108,73 | 113,45 | 118,18 | 122,91 | 127,64 | 132,36 | 137,09 |
| 21 | 84,38 | 89,35 | 94,31 | 99,27 | 104,24 | 109,20 | 114,16 | 119,13 | 124,09 | 129,05 | 134,02 | 138,98 | 143,95 |
| 22 | 88,40 | 93,60 | 98,80 | 104,00 | 109,20 | 114,40 | 119,60 | 124,80 | 130,00 | 135,20 | 140,40 | 145,60 | 150,80 |
| 23 | 92,42 | 97,85 | 103,29 | 108,73 | 114,16 | 119,60 | 125,04 | 130,47 | 135,91 | 141,35 | 146,78 | 152,22 | 157,65 |
| 24 | 96,44 | 102,11 | 107,78 | 113,45 | 119,13 | 124,80 | 130,47 | 136,15 | 141,82 | 147,49 | 153,16 | 158,84 | 164,51 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (CS6K-300MS)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 8 | 9 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 17 | 86,7 | 91,8 | 96,9 | 102 | 107,1 | 112,2 | 117,3 | 122,4 | 127,5 | 132,6 |
| 18 | 91,8 | 97,2 | 102,6 | 108 | 113,4 | 118,8 | 124,2 | 129,6 | 135 | 140,4 |
| 19 | 96,9 | 102,6 | 108,3 | 114 | 119,7 | 125,4 | 131,1 | 136,8 | 142,5 | 148,2 |
| 20 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 |
| 21 | 107,1 | 113,4 | 119,7 | 126 | 132,3 | 138,6 | 144,9 | 151,2 | 157,5 | 163,8 |
| 22 | 112,2 | 118,8 | 125,4 | 132 | 138,6 | 145,2 | 151,8 | 158,4 | 165 | 171,6 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | |
| 4 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 17 | 289 | 306 | 323 | 340 | 357 | 374 | 391 | 408 | 425 | 442 |
| 18 | 306 | 324 | 342 | 360 | 378 | 396 | 414 | 432 | 450 | 468 |
| 19 | 323 | 342 | 361 | 380 | 399 | 418 | 437 | 456 | 475 | 494 |
| 20 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 480 | 500 | 520 |
| 21 | 357 | 378 | 399 | 420 | 441 | 462 | 483 | 504 | 525 | 546 |
| 22 | 374 | 396 | 418 | 440 | 462 | 484 | 506 | 528 | 550 | 572 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | |
| s ^p | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 17 | 78,82 | 83,45 | 88,09 | 92,73 | 97,36 | 102,00 | 106,64 | 111,27 | 115,91 | 120,55 |
| 18 | 83,45 | 88,36 | 93,27 | 98,18 | 103,09 | 108,00 | 112,91 | 117,82 | 122,73 | 127,64 |
| 19 | 88,09 | 93,27 | 98,45 | 103,64 | 108,82 | 114,00 | 119,18 | 124,36 | 129,55 | 134,73 |
| 20 | 92,73 | 98,18 | 103,64 | 109,09 | 114,55 | 120,00 | 125,45 | 130,91 | 136,36 | 141,82 |
| 21 | 97,36 | 103,09 | 108,82 | 114,55 | 120,27 | 126,00 | 131,73 | 137,45 | 143,18 | 148,91 |
| 22 | 102,00 | 108,00 | 114,00 | 120,00 | 126,00 | 132,00 | 138,00 | 144,00 | 150,00 | 156,00 |



Combinación Inversor (PVI-110.0-TL) - Módulo fotovoltaico (CS6P-260M)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 83,98 | 88,92 | 93,86 | 98,8 | 103,74 | 108,68 | 113,62 | 118,56 | 123,5 | 128,44 | 133,38 | 138,32 | 143,26 |
| 20 | 88,4 | 93,6 | 98,8 | 104 | 109,2 | 114,4 | 119,6 | 124,8 | 130 | 135,2 | 140,4 | 145,6 | 150,8 |
| 21 | 92,82 | 98,28 | 103,74 | 109,2 | 114,66 | 120,12 | 125,58 | 131,04 | 136,5 | 141,96 | 147,42 | 152,88 | 158,34 |
| 22 | 97,24 | 102,96 | 108,68 | 114,4 | 120,12 | 125,84 | 131,56 | 137,28 | 143 | 148,72 | 154,44 | 160,16 | 165,88 |
| 23 | 101,66 | 107,64 | 113,62 | 119,6 | 125,58 | 131,56 | 137,54 | 143,52 | 149,5 | 155,48 | 161,46 | 167,44 | 173,42 |
| Número de Paneles a instalarse en cada arreglo (Unidades) | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 323 | 342 | 361 | 380 | 399 | 418 | 437 | 456 | 475 | 494 | 513 | 532 | 551 |
| 20 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 480 | 500 | 520 | 540 | 560 | 580 |
| 21 | 357 | 378 | 399 | 420 | 441 | 462 | 483 | 504 | 525 | 546 | 567 | 588 | 609 |
| 22 | 374 | 396 | 418 | 440 | 462 | 484 | 506 | 528 | 550 | 572 | 594 | 616 | 638 |
| 23 | 391 | 414 | 437 | 460 | 483 | 506 | 529 | 552 | 575 | 598 | 621 | 644 | 667 |
| Porcentaje de uso del inversor con respecto a su potencia nominal (%) | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{P}{S}$ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 19 | 76,35 | 80,84 | 85,33 | 89,82 | 94,31 | 98,80 | 103,29 | 107,78 | 112,27 | 116,76 | 121,25 | 125,75 | 130,24 |
| 20 | 80,36 | 85,09 | 89,82 | 94,55 | 99,27 | 104,00 | 108,73 | 113,45 | 118,18 | 122,91 | 127,64 | 132,36 | 137,09 |
| 21 | 84,38 | 89,35 | 94,31 | 99,27 | 104,24 | 109,20 | 114,16 | 119,13 | 124,09 | 129,05 | 134,02 | 138,98 | 143,95 |
| 22 | 88,40 | 93,60 | 98,80 | 104,00 | 109,20 | 114,40 | 119,60 | 124,80 | 130,00 | 135,20 | 140,40 | 145,60 | 150,80 |
| 23 | 92,42 | 97,85 | 103,29 | 108,73 | 114,16 | 119,60 | 125,04 | 130,47 | 135,91 | 141,35 | 146,78 | 152,22 | 157,65 |



Anexo 11. Selección de arreglo para cada inversor monofásico – DISEÑO EL LABRADO

Combinación UNO-DM-5.0-TL-PLUS con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|--------------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| UNO-DM-5.0-TL-PLUS | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 20 | 20 | 19 | 17 | 19 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| | Máximo de paneles por MPP | 14 | 15 | 14 | 14 | 14 |



Combinación Inversor (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) - Módulo fotovoltaico (JKM250P-60)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | |
|--|------|-----|------|----|
| S ^P | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 1,5 | 3 | 4,5 | 6 |
| 7 | 1,75 | 3,5 | 5,25 | 7 |
| 8 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 9 | 2,25 | 4,5 | 6,75 | 9 |
| 10 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 |
| 11 | 2,75 | 5,5 | 8,25 | 11 |
| 12 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 13 | 3,25 | 6,5 | 9,75 | 13 |
| 14 | 3,5 | 7 | 10,5 | 14 |

Combinación Inversor (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) - Módulo fotovoltaico (KD250GH-4YB2)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | |
|--|------|-----|------|----|
| S ^P | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 1,5 | 3 | 4,5 | 6 |
| 7 | 1,75 | 3,5 | 5,25 | 7 |
| 8 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 9 | 2,25 | 4,5 | 6,75 | 9 |
| 10 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 |
| 11 | 2,75 | 5,5 | 8,25 | 11 |
| 12 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 13 | 3,25 | 6,5 | 9,75 | 13 |
| 14 | 3,5 | 7 | 10,5 | 14 |



Combinación Inversor (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) - Módulo fotovoltaico (Q.POWER-G5 260)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | |
|--|------|------|-------|-------|
| $\frac{S}{P}$ | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 1,56 | 3,12 | 4,68 | 6,24 |
| 7 | 1,82 | 3,64 | 5,46 | 7,28 |
| 8 | 2,08 | 4,16 | 6,24 | 8,32 |
| 9 | 2,34 | 4,68 | 7,02 | 9,36 |
| 10 | 2,6 | 5,2 | 7,8 | 10,4 |
| 11 | 2,86 | 5,72 | 8,58 | 11,44 |
| 12 | 3,12 | 6,24 | 9,36 | 12,48 |
| 13 | 3,38 | 6,76 | 10,14 | 13,52 |
| 14 | 3,64 | 7,28 | 10,92 | 14,56 |

Combinación Inversor (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) - Módulo fotovoltaico (CS6K-300MS)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | |
|--|-----|-----|------|------|
| $\frac{S}{P}$ | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 1,8 | 3,6 | 5,4 | 7,2 |
| 7 | 2,1 | 4,2 | 6,3 | 8,4 |
| 8 | 2,4 | 4,8 | 7,2 | 9,6 |
| 9 | 2,7 | 5,4 | 8,1 | 10,8 |
| 10 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 11 | 3,3 | 6,6 | 9,9 | 13,2 |
| 12 | 3,6 | 7,2 | 10,8 | 14,4 |
| 13 | 3,9 | 7,8 | 11,7 | 15,6 |
| 14 | 4,2 | 8,4 | 12,6 | 16,8 |



Combinación Inversor (UNO-DM-5.0-TL-PLUS) - Módulo fotovoltaico (CS6P-260M)

| Potencia pico resultante de arreglo de Paneles (kWp) por cada inversor | | | | |
|--|------|------|-------|-------|
| S P | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 1,56 | 3,12 | 4,68 | 6,24 |
| 7 | 1,82 | 3,64 | 5,46 | 7,28 |
| 8 | 2,08 | 4,16 | 6,24 | 8,32 |
| 9 | 2,34 | 4,68 | 7,02 | 9,36 |
| 10 | 2,6 | 5,2 | 7,8 | 10,4 |
| 11 | 2,86 | 5,72 | 8,58 | 11,44 |
| 12 | 3,12 | 6,24 | 9,36 | 12,48 |
| 13 | 3,38 | 6,76 | 10,14 | 13,52 |
| 14 | 3,64 | 7,28 | 10,92 | 14,56 |



Anexo 12. Selección de arreglo para cada inversor trifásico – DISEÑO DUTASAY

Combinación TRIO-5.8-TL-OUTD con módulos seleccionados

| INVERSOR | PARAMETROS | MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | | |
|------------------|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| TRIO-5.8-TL-OUTD | TECNOLOGÍA | Policristalino | Policristalino | Policristalino | Monocristalino | Monocristalino |
| | MODELO | JKM250P-60 | KD250GH-4YB2 | Q.POWER-G5 260 | CS6K-300MS | CS6P-260M |
| | Potencia del Panel | 250 | 250 | 260 | 300 | 260 |
| | Temp máxima de operación de la celula | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 | 53.61 |
| | Uoc máxima del módulo | 40.150 | 39.715 | 40.176 | 42.140 | 40.603 |
| | Uoc mínima del módulo | 34.158 | 33.099 | 34.356 | 36.406 | 34.015 |
| | Upmp máxima del módulo | 32.950 | 32.615 | 33.276 | 34.940 | 33.503 |
| | Upmp mínima del módulo | 26.958 | 25.999 | 27.456 | 29.206 | 26.915 |
| | Tensión de aislamiento Uiso | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| | Número máximo de ramas en paralelo por MPP | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Número máximo de paneles por inversor | 24 | 24 | 23 | 20 | 23 |
| | Mínimo de paneles por MPP | 12 | 13 | 12 | 11 | 12 |
| | Máximo de paneles por MPP | 24 | 24 | 24 | 22 | 23 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (JKM250P-60)

| JKM250P-60 | | |
|------------------|------|------|
| $s \backslash P$ | 1 | 2 |
| 12 | 3 | 6 |
| 13 | 3,25 | 6,5 |
| 14 | 3,5 | 7 |
| 15 | 3,75 | 7,5 |
| 16 | 4 | 8 |
| 17 | 4,25 | 8,5 |
| 18 | 4,5 | 9 |
| 19 | 4,75 | 9,5 |
| 20 | 5 | 10 |
| 21 | 5,25 | 10,5 |
| 22 | 5,5 | 11 |
| 23 | 5,75 | 11,5 |
| 24 | 6 | 12 |

Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (KD250GH-4YB2)

| KD250GH-4YB2 | | |
|------------------|------|------|
| $s \backslash P$ | 1 | 2 |
| 13 | 3,25 | 6,5 |
| 14 | 3,5 | 7 |
| 15 | 3,75 | 7,5 |
| 16 | 4 | 8 |
| 17 | 4,25 | 8,5 |
| 18 | 4,5 | 9 |
| 19 | 4,75 | 9,5 |
| 20 | 5 | 10 |
| 21 | 5,25 | 10,5 |
| 22 | 5,5 | 11 |
| 23 | 5,75 | 11,5 |
| 24 | 6 | 12 |



Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (Q.POWER-G5 260)

| Q.POWER-G5 260 | | |
|----------------|------|-------|
| s^P | 1 | 2 |
| 12 | 3,12 | 6,24 |
| 13 | 3,38 | 6,76 |
| 14 | 3,64 | 7,28 |
| 15 | 3,9 | 7,8 |
| 16 | 4,16 | 8,32 |
| 17 | 4,42 | 8,84 |
| 18 | 4,68 | 9,36 |
| 19 | 4,94 | 9,88 |
| 20 | 5,2 | 10,4 |
| 21 | 5,46 | 10,92 |
| 22 | 5,72 | 11,44 |
| 23 | 5,98 | 11,96 |
| 24 | 6,24 | 12,48 |

Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (CS6K-300MS)

| CS6K-300MS | | |
|------------|-----|------|
| s^P | 1 | 2 |
| 11 | 3,3 | 6,6 |
| 12 | 3,6 | 7,2 |
| 13 | 3,9 | 7,8 |
| 14 | 4,2 | 8,4 |
| 15 | 4,5 | 9 |
| 16 | 4,8 | 9,6 |
| 17 | 5,1 | 10,2 |
| 18 | 5,4 | 10,8 |
| 19 | 5,7 | 11,4 |
| 20 | 6 | 12 |
| 21 | 6,3 | 12,6 |
| 22 | 6,6 | 13,2 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Combinación Inversor (TRIO-50-TL-OUTD) - Módulo fotovoltaico (CS6P-260M)

| CS6P-260M | | |
|-----------|------|-------|
| s P | 1 | 2 |
| 12 | 3,12 | 6,24 |
| 13 | 3,38 | 6,76 |
| 14 | 3,64 | 7,28 |
| 15 | 3,9 | 7,8 |
| 16 | 4,16 | 8,32 |
| 17 | 4,42 | 8,84 |
| 18 | 4,68 | 9,36 |
| 19 | 4,94 | 9,88 |
| 20 | 5,2 | 10,4 |
| 21 | 5,46 | 10,92 |
| 22 | 5,72 | 11,44 |
| 23 | 5,98 | 11,96 |



Anexo 13. DATOS DE TEMPERATURA

| HORARIO | ENERO | | | FEBRERO | | | MARZO | | | ABRIL | | | MAYO | | | JUNIO | | |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Promedio | Temp máx | Temp mín |
| 0:00 | 10.50 | 14.15 | 6.51 | 10.61 | 14.27 | 7.78 | 10.52 | 13.05 | 6.9 | 10.42 | 14.21 | 7.03 | 10.37 | 13.10 | 7.3 | 9.72 | 11.90 | 7.67 |
| 1:00 | 9.99 | 13.73 | 5.88 | 10.14 | 13.51 | 7.2 | 10.13 | 12.61 | 6.54 | 9.94 | 13.48 | 6.97 | 9.94 | 12.81 | 6.81 | 9.22 | 11.50 | 6.81 |
| 2:00 | 9.57 | 13.32 | 5.25 | 9.68 | 12.75 | 6.43 | 9.67 | 12.24 | 6.17 | 9.47 | 12.75 | 6.39 | 9.49 | 12.52 | 6.2 | 8.69 | 11.41 | 5.95 |
| 3:00 | 9.33 | 13.09 | 4.86 | 9.41 | 12.40 | 5.98 | 9.41 | 12.17 | 5.96 | 9.14 | 12.36 | 5.96 | 9.19 | 12.37 | 5.81 | 8.48 | 11.34 | 5.48 |
| 4:00 | 9.04 | 12.86 | 4.47 | 9.13 | 12.05 | 5.32 | 9.25 | 12.16 | 5.75 | 8.94 | 12.13 | 5.4 | 8.97 | 12.22 | 5.42 | 8.21 | 11.28 | 5.01 |
| 5:00 | 8.91 | 12.70 | 4.16 | 8.95 | 11.84 | 4.81 | 9.07 | 11.91 | 5.59 | 8.82 | 11.99 | 4.9 | 8.79 | 12.11 | 5.12 | 8.07 | 11.25 | 4.67 |
| 6:00 | 9.11 | 12.90 | 4.35 | 9.09 | 12.06 | 4.8 | 9.19 | 12.07 | 5.61 | 9.01 | 12.08 | 5.14 | 9.03 | 12.22 | 5.41 | 8.23 | 11.35 | 4.87 |
| 7:00 | 10.71 | 13.91 | 6.96 | 10.33 | 13.81 | 6.49 | 10.38 | 12.49 | 7.6 | 10.33 | 12.87 | 7.6 | 10.53 | 13.13 | 8 | 9.59 | 12.39 | 6.72 |
| 8:00 | 12.29 | 14.85 | 9.54 | 11.69 | 16.35 | 6.77 | 11.83 | 15.44 | 8.83 | 11.68 | 13.86 | 9.06 | 11.90 | 14.22 | 8.97 | 10.88 | 13.38 | 8.05 |
| 9:00 | 13.75 | 17.81 | 10.52 | 13.01 | 18.85 | 9.69 | 12.86 | 16.44 | 9.7 | 12.84 | 15.47 | 9.49 | 13.23 | 15.82 | 10.24 | 12.09 | 14.82 | 8.84 |
| 10:00 | 14.99 | 20.45 | 11.95 | 14.24 | 20.21 | 10.74 | 13.96 | 19.22 | 10.58 | 13.86 | 18.09 | 10.72 | 14.48 | 18.54 | 11.38 | 13.15 | 16.74 | 9.64 |
| 11:00 | 15.67 | 19.93 | 13.06 | 15.28 | 20.18 | 10.93 | 14.79 | 19.01 | 10.81 | 14.72 | 18.35 | 11.88 | 15.14 | 18.26 | 12.32 | 14.04 | 16.98 | 11.09 |
| 12:00 | 16.17 | 19.72 | 13.47 | 15.82 | 19.58 | 11.01 | 15.33 | 18.91 | 9.55 | 15.30 | 19.29 | 12.58 | 15.55 | 18.84 | 12.95 | 14.60 | 18.08 | 11.44 |
| 13:00 | 16.45 | 20.44 | 13.45 | 16.05 | 20.53 | 11.1 | 15.56 | 18.83 | 11.25 | 15.60 | 20.11 | 12.95 | 15.83 | 19.57 | 13.23 | 14.93 | 18.84 | 11.6 |
| 14:00 | 16.45 | 20.78 | 13.52 | 16.08 | 21.07 | 11.1 | 15.69 | 18.61 | 11.25 | 15.71 | 20.52 | 12.95 | 15.92 | 19.88 | 13.32 | 15.01 | 19.23 | 11.68 |
| 15:00 | 16.21 | 20.88 | 13.36 | 15.88 | 21.20 | 11.05 | 15.68 | 18.11 | 11.22 | 15.55 | 20.44 | 12.85 | 15.76 | 19.69 | 12.97 | 14.80 | 19.27 | 11.09 |
| 16:00 | 15.69 | 20.20 | 13.4 | 15.42 | 20.67 | 10.78 | 15.37 | 18.29 | 11.17 | 15.06 | 19.70 | 12.58 | 15.27 | 18.83 | 12.21 | 14.37 | 18.70 | 11.45 |
| 17:00 | 14.93 | 19.20 | 12.45 | 14.69 | 19.51 | 10.85 | 14.63 | 17.81 | 10.82 | 14.24 | 18.37 | 11.55 | 14.52 | 17.91 | 12.23 | 13.62 | 17.53 | 11.14 |
| 18:00 | 13.93 | 17.86 | 10.85 | 13.84 | 17.96 | 10.57 | 13.71 | 16.66 | 10.65 | 13.40 | 16.84 | 10.64 | 13.58 | 16.76 | 11.38 | 12.76 | 16.16 | 10.61 |
| 19:00 | 13.29 | 16.64 | 10.08 | 13.28 | 17.38 | 10.16 | 13.11 | 16.02 | 10.49 | 12.86 | 16.45 | 10.44 | 13.01 | 15.73 | 10.72 | 12.23 | 15.33 | 10.48 |
| 20:00 | 12.70 | 15.77 | 9.32 | 12.79 | 16.81 | 9.64 | 12.59 | 15.38 | 10.26 | 12.32 | 16.06 | 10.13 | 12.49 | 15.14 | 10.05 | 11.73 | 14.50 | 9.91 |
| 21:00 | 12.17 | 15.36 | 8.55 | 12.21 | 16.24 | 8.85 | 12.02 | 14.74 | 9.26 | 11.82 | 15.67 | 9.13 | 11.86 | 14.56 | 9.39 | 11.14 | 13.67 | 8.68 |
| 22:00 | 11.55 | 14.95 | 7.79 | 11.70 | 15.66 | 8.28 | 11.43 | 14.10 | 8.23 | 11.27 | 15.28 | 8.12 | 11.30 | 13.97 | 8.54 | 10.67 | 12.84 | 8.76 |
| 23:00 | 10.91 | 14.54 | 7 | 11.15 | 15.09 | 8.01 | 10.90 | 13.46 | 7.21 | 10.85 | 14.89 | 7.12 | 10.78 | 13.38 | 7.64 | 10.10 | 12.27 | 8.19 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| HORARIO | JULIO | | | AGOSTO | | | SEPTIEMBRE | | | OCTUBRE | | | NOVIEMBRE | | | DICIEMBRE | | |
|---------|-------|----------|----------|--------|----------|----------|------------|----------|----------|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | Prom | Temp máx | Temp min | Prom | Temp máx | Temp min | Prom | Temp máx | Temp min | Prom | Temp máx | Temp min | Pro | Temp máx | Temp min | Prom | Temp máx | Temp min |
| 0:00 | 9.61 | 13.07 | 7.05 | 9.56 | 12.54 | 6.59 | 9.57 | 14.22 | 6.22 | 10.50 | 13.38 | 7.24 | 9.94 | 13.27 | 6.78 | 10.61 | 13.59 | 7.08 |
| 1:00 | 9.15 | 12.52 | 6.47 | 9.09 | 12.43 | 5.74 | 8.96 | 13.62 | 5.44 | 9.82 | 13.12 | 6.92 | 9.32 | 12.87 | 5.95 | 10.09 | 12.88 | 6.20 |
| 2:00 | 8.66 | 11.97 | 5.52 | 8.53 | 12.30 | 4.90 | 8.42 | 13.03 | 4.66 | 9.39 | 12.85 | 5.91 | 8.92 | 12.68 | 5.51 | 9.61 | 12.36 | 5.32 |
| 3:00 | 8.39 | 11.84 | 4.95 | 8.24 | 12.22 | 4.44 | 8.13 | 12.72 | 4.25 | 9.03 | 12.72 | 5.30 | 8.65 | 12.49 | 5.07 | 9.33 | 12.15 | 4.78 |
| 4:00 | 8.15 | 11.81 | 4.38 | 7.96 | 12.14 | 3.98 | 7.85 | 12.41 | 3.84 | 8.71 | 12.59 | 4.70 | 8.34 | 12.37 | 4.69 | 9.05 | 12.08 | 4.24 |
| 5:00 | 7.95 | 11.76 | 3.93 | 7.76 | 12.08 | 3.65 | 7.65 | 12.20 | 3.55 | 8.63 | 12.51 | 4.24 | 8.37 | 12.39 | 4.38 | 8.84 | 12.09 | 3.80 |
| 6:00 | 8.08 | 11.81 | 3.94 | 7.93 | 12.17 | 3.81 | 8.06 | 12.29 | 4.25 | 9.39 | 12.85 | 5.13 | 9.08 | 12.74 | 5.78 | 9.27 | 12.31 | 4.28 |
| 7:00 | 9.57 | 12.19 | 6.21 | 9.50 | 12.38 | 6.21 | 10.00 | 13.14 | 7.15 | 10.98 | 13.77 | 8.26 | 10.56 | 13.61 | 7.72 | 10.92 | 13.15 | 7.32 |
| 8:00 | 10.99 | 13.29 | 8.41 | 10.95 | 13.58 | 8.59 | 11.55 | 15.68 | 7.48 | 12.37 | 15.93 | 9.13 | 12.09 | 15.30 | 8.42 | 12.35 | 15.38 | 9.40 |
| 9:00 | 12.38 | 14.77 | 9.62 | 12.21 | 16.26 | 8.96 | 12.95 | 18.32 | 8.22 | 13.55 | 18.29 | 9.39 | 13.61 | 16.93 | 8.55 | 13.68 | 18.18 | 9.45 |
| 10:00 | 13.58 | 17.18 | 10.59 | 13.44 | 18.55 | 10.04 | 14.03 | 19.36 | 9.48 | 14.58 | 20.03 | 10.10 | 14.86 | 18.80 | 10.13 | 14.84 | 20.56 | 9.71 |
| 11:00 | 14.41 | 17.53 | 11.21 | 14.24 | 18.84 | 10.49 | 14.73 | 19.41 | 11.12 | 15.38 | 20.45 | 11.89 | 15.72 | 20.38 | 11.26 | 15.62 | 20.28 | 9.89 |
| 12:00 | 14.98 | 18.38 | 11.31 | 14.99 | 19.28 | 10.59 | 15.26 | 19.58 | 11.83 | 16.05 | 21.16 | 12.57 | 16.43 | 20.79 | 12.53 | 16.27 | 20.15 | 10.04 |
| 13:00 | 15.24 | 19.35 | 11.36 | 15.50 | 20.13 | 11.27 | 15.66 | 19.58 | 11.99 | 16.74 | 21.98 | 12.99 | 16.77 | 20.82 | 12.48 | 16.75 | 20.79 | 13.29 |
| 14:00 | 15.33 | 19.89 | 11.33 | 15.67 | 20.53 | 11.30 | 16.09 | 19.78 | 11.98 | 17.00 | 22.36 | 12.94 | 16.90 | 21.10 | 12.42 | 16.91 | 21.16 | 13.51 |
| 15:00 | 15.18 | 20.00 | 11.22 | 15.58 | 20.45 | 11.26 | 16.07 | 19.32 | 11.88 | 16.85 | 22.20 | 12.75 | 16.71 | 20.76 | 12.03 | 16.72 | 21.12 | 13.40 |
| 16:00 | 14.74 | 19.39 | 11.21 | 15.09 | 19.68 | 11.14 | 15.59 | 18.77 | 11.70 | 16.30 | 21.26 | 12.23 | 16.09 | 19.72 | 11.31 | 16.06 | 20.47 | 12.39 |
| 17:00 | 13.93 | 18.07 | 11.06 | 14.25 | 18.34 | 10.95 | 14.67 | 17.76 | 11.30 | 15.34 | 19.65 | 11.62 | 15.27 | 18.37 | 11.64 | 15.20 | 19.13 | 12.78 |
| 18:00 | 12.96 | 16.44 | 10.82 | 13.26 | 16.80 | 10.50 | 13.58 | 16.75 | 10.95 | 14.38 | 17.93 | 11.68 | 14.26 | 17.00 | 10.96 | 14.13 | 17.59 | 11.57 |
| 19:00 | 12.43 | 15.69 | 10.30 | 12.62 | 15.79 | 10.29 | 12.86 | 16.36 | 10.35 | 13.70 | 17.20 | 11.12 | 13.53 | 16.34 | 10.69 | 13.50 | 16.73 | 11.03 |
| 20:00 | 11.86 | 14.94 | 9.70 | 11.97 | 14.79 | 9.70 | 12.10 | 15.96 | 9.66 | 13.10 | 16.46 | 10.57 | 12.80 | 15.68 | 9.85 | 12.91 | 16.07 | 10.21 |
| 21:00 | 11.27 | 14.49 | 8.98 | 11.35 | 13.78 | 9.30 | 11.46 | 15.57 | 9.08 | 12.41 | 15.72 | 9.76 | 12.10 | 15.02 | 9.47 | 12.26 | 15.37 | 9.39 |
| 22:00 | 10.71 | 14.03 | 8.27 | 10.77 | 12.98 | 8.55 | 10.79 | 15.17 | 8.02 | 11.77 | 14.99 | 8.67 | 11.30 | 14.36 | 8.65 | 11.59 | 14.42 | 8.56 |
| 23:00 | 10.08 | 13.57 | 7.55 | 10.17 | 12.69 | 7.36 | 10.09 | 14.78 | 6.96 | 11.07 | 14.25 | 7.57 | 10.59 | 13.70 | 7.58 | 10.89 | 14.11 | 7.48 |



Anexo 14. Análisis económico sector SAUCAY-ESCOMBRERA.

1. FINANCIAMIENTO PROPIO SAUCAY-ESCOMBRERA

1.1 Variables de entrada

| VARIABLES DE ENTRADA | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9.84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 0% |
| Potencia Instalada (kWp) | 252.72 |
| PLAZO | 10 |

1.2 Determinación de LCOE

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 1 | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kw.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 459,860.00 | \$ - | \$ 459,860.0 | \$ 459,860.0 | | |
| 1 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 4,395.1 | \$ 266,927.3 | \$ 257,900.8 |
| 2 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 4,246.5 | \$ 264,703.0 | \$ 247,103.0 |
| 3 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 4,102.9 | \$ 262,478.6 | \$ 236,740.6 |
| 4 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,964.2 | \$ 260,254.2 | \$ 226,796.5 |
| 5 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,830.1 | \$ 258,029.8 | \$ 217,254.2 |
| 6 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,700.6 | \$ 255,805.4 | \$ 208,097.9 |
| 7 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,575.4 | \$ 253,581.0 | \$ 199,312.4 |
| 8 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,454.5 | \$ 251,356.6 | \$ 190,883.1 |
| 9 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,337.7 | \$ 249,132.3 | \$ 182,796.1 |
| 10 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,224.8 | \$ 246,907.9 | \$ 175,037.6 |
| 11 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,115.8 | \$ 244,683.5 | \$ 167,594.9 |
| 12 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,010.4 | \$ 242,459.1 | \$ 160,455.4 |
| 13 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,908.6 | \$ 240,234.7 | \$ 153,607.1 |
| 14 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,810.3 | \$ 238,010.3 | \$ 147,038.4 |
| 15 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,715.2 | \$ 235,785.9 | \$ 140,738.4 |
| 16 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,623.4 | \$ 233,561.6 | \$ 134,696.3 |
| 17 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,534.7 | \$ 231,337.2 | \$ 128,901.9 |
| 18 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,449.0 | \$ 229,112.8 | \$ 123,345.4 |
| 19 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,366.2 | \$ 226,888.4 | \$ 118,017.3 |
| 20 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,286.2 | \$ 224,664.0 | \$ 112,908.5 |
| TOTAL | | | | \$ 524,511.65 | | 3529225.943 |
| LCOE | \$ 0.20 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.3 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Periodo (Año) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 53,385 | \$ 52,941 | \$ 52,496 | \$ 52,051 | \$ 51,606 | \$ 51,161 | \$ 50,716 | \$ 50,271 | \$ 49,826 | \$ 49,382 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ - | \$ 53,385 | \$ 52,941 | \$ 52,496 | \$ 52,051 | \$ 51,606 | \$ 51,161 | \$ 50,716 | \$ 50,271 | \$ 49,826 | \$ 49,382 |
| ENERGIA | \$ - | \$ 266,927 | \$ 264,703 | \$ 262,479 | \$ 260,254 | \$ 258,030 | \$ 255,805 | \$ 253,581 | \$ 251,357 | \$ 249,132 | \$ 246,908 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 |
| O&M | \$ - | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 |
| DEPRECIACION (-) | \$ - | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ 25,844 | \$ 25,399 | \$ 24,954 | \$ 24,509 | \$ 24,064 | \$ 23,619 | \$ 23,174 | \$ 22,729 | \$ 22,284 | \$ 21,840 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ 25,844 | \$ 25,399 | \$ 24,954 | \$ 24,509 | \$ 24,064 | \$ 23,619 | \$ 23,174 | \$ 22,729 | \$ 22,284 | \$ 21,840 |
| DEPRECIACION (+) | \$ - | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 |
| INVERSION | \$ 459,860 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ -459,860 | \$ 48,837 | \$ 48,392 | \$ 47,947 | \$ 47,502 | \$ 47,057 | \$ 46,612 | \$ 46,167 | \$ 45,722 | \$ 45,277 | \$ 44,833 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -459,860 | \$ -411,023 | \$ -362,632 | \$ -314,241 | \$ -265,850 | \$ -217,459 | \$ -169,068 | \$ -120,677 | \$ -72,286 | \$ -23,895 | \$ 24,506 |

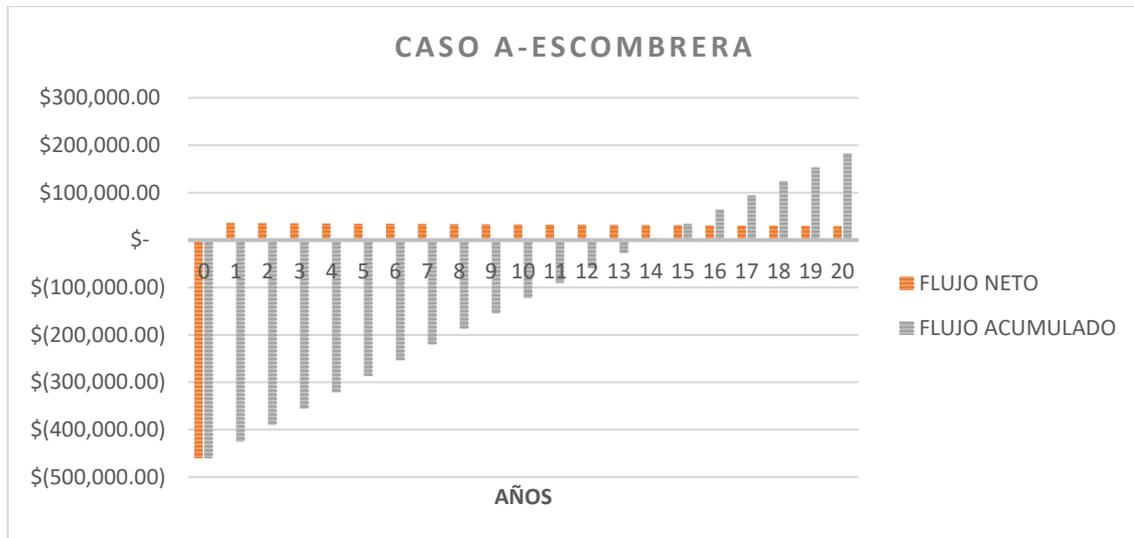
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| INGRESOS | \$ 48,937 | \$ 48,492 | \$ 48,047 | \$ 47,602 | \$ 47,157 | \$ 46,712 | \$ 46,267 | \$ 45,823 | \$ 45,378 | \$ 44,933 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ 48,937 | \$ 48,492 | \$ 48,047 | \$ 47,602 | \$ 47,157 | \$ 46,712 | \$ 46,267 | \$ 45,823 | \$ 45,378 | \$ 44,933 |
| ENERGIA | \$ 244,683 | \$ 242,459 | \$ 240,235 | \$ 238,010 | \$ 235,786 | \$ 233,562 | \$ 231,337 | \$ 229,113 | \$ 226,888 | \$ 224,664 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 | \$ 27,542 |
| O&M | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 | \$ 4,549 |
| DEPRECIACION (-) | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 21,395 | \$ 20,950 | \$ 20,505 | \$ 20,060 | \$ 19,615 | \$ 19,170 | \$ 18,725 | \$ 18,281 | \$ 17,836 | \$ 17,391 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 21,395 | \$ 20,950 | \$ 20,505 | \$ 20,060 | \$ 19,615 | \$ 19,170 | \$ 18,725 | \$ 18,281 | \$ 17,836 | \$ 17,391 |
| DEPRECIACION (+) | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 | \$ 22,993 |
| INVERSION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ 44,388 | \$ 43,943 | \$ 43,498 | \$ 43,053 | \$ 42,608 | \$ 42,163 | \$ 41,718 | \$ 41,273 | \$ 40,828 | \$ 40,383 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ 52,873 | \$ 96,816 | \$ 140,314 | \$ 183,367 | \$ 225,976 | \$ 268,139 | \$ 309,857 | \$ 351,131 | \$ 391,960 | \$ 432,344 |



1.4 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------------|
| VAN | \$181,333.53 |
| TIR | 7.7% |

1.5 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



2. FINANCIAMIENTO 50% AL 9.84% DE INTERES ANUAL SECTOR SAUCAY-ESCOBRERA

2.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9.84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 9.84% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (kWp) | 252.72 |
| PLAZO | 5 |

2.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY ESCOBRERA OPCIÓN 2 | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 229,930.00 | 50% | 9.84% | 4.9200% |
| INVERSIONISTAS | \$ 229,930.00 | 50% | 3.50% | 1.7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 459,860.00 | 100% | CPPC | 6.67% |



2.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 2 | | | | |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Monto | \$ 229,930.00 | Interés | 10% | |
| | | Plazo | 5 | |
| AÑO | Cuota | Interés | Capital | Amortización |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$229,930.00 |
| 1 | \$60,407.23 | \$22,625.11 | \$37,782.12 | \$192,147.88 |
| 2 | \$60,407.23 | \$18,907.35 | \$41,499.88 | \$150,648.00 |
| 3 | \$60,407.23 | \$14,823.76 | \$45,583.47 | \$105,064.54 |
| 4 | \$60,407.23 | \$10,338.35 | \$50,068.88 | \$54,995.66 |
| 5 | \$60,407.23 | \$5,411.57 | \$54,995.66 | \$0.00 |
| TOTAL | \$302,036.15 | \$72,106.15 | \$229,930.00 | |

2.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 2 | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 459,860.00 | \$ - | \$ 459,860.00 | \$ 459,860.00 | | |
| 1 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,264.52 | 266927.3435 | 250236.5647 |
| 2 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,997.86 | 264702.9579 | 232634.5442 |
| 3 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,747.88 | 262478.5723 | 216255.4045 |
| 4 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,513.52 | 260254.1866 | 201015.0361 |
| 5 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,293.83 | 258029.801 | 186835.067 |
| 6 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,087.87 | 255805.4154 | 173642.4735 |
| 7 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,894.78 | 253581.0297 | 161369.2184 |
| 8 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,713.77 | 251356.6441 | 149951.9123 |
| 9 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,544.08 | 249132.2585 | 139331.4989 |
| 10 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,385.00 | 246907.8728 | 129452.9605 |
| 11 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,235.87 | 244683.4872 | 120265.0442 |
| 12 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,096.06 | 242459.1016 | 111720.006 |
| 13 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,965.00 | 240234.7159 | 103773.3724 |
| 14 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,842.13 | 238010.3303 | 96383.71813 |
| 15 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,726.94 | 235785.9447 | 89512.45876 |
| 16 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,618.96 | 233561.5591 | 83123.65748 |
| 17 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,517.73 | 231337.1734 | 77183.84477 |
| 18 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,422.82 | 229112.7878 | 71661.85042 |
| 19 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,333.85 | 226888.4022 | 66528.6468 |
| 20 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,250.45 | 224664.0165 | 61757.2028 |
| TOTAL | | | | \$ 509,312.93 | | 2722634.482 |
| LCOE | \$ 0.19 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 49,933.09 | \$ 49,516.98 | \$ 49,100.87 | \$ 48,684.77 | \$ 48,268.66 | \$ 47,852.55 | \$ 47,436.44 | \$ 47,020.34 | \$ 46,604.23 | \$ 46,188.12 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 49,933.09 | \$ 49,516.98 | \$ 49,100.87 | \$ 48,684.77 | \$ 48,268.66 | \$ 47,852.55 | \$ 47,436.44 | \$ 47,020.34 | \$ 46,604.23 | \$ 46,188.12 |
| ENERGIA KW.h | 0 | 266927.3435 | 264702.9579 | 262478.5723 | 260254.1866 | 258029.801 | 255805.4154 | 253581.0297 | 251356.6441 | 249132.2585 | 246907.8728 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 50,167.07 | \$ 46,449.31 | \$ 42,365.72 | \$ 37,880.31 | \$ 32,953.53 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 |
| O&M | 0 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$ 0.00 | \$ 22,625.11 | \$ 18,907.35 | \$ 14,823.76 | \$ 10,338.35 | \$ 5,411.57 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -233.98 | \$ 3,067.67 | \$ 6,735.15 | \$ 10,804.46 | \$ 15,315.13 | \$ 20,310.59 | \$ 19,894.48 | \$ 19,478.38 | \$ 19,062.27 | \$ 18,646.16 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -233.98 | \$ 3,067.67 | \$ 6,735.15 | \$ 10,804.46 | \$ 15,315.13 | \$ 20,310.59 | \$ 19,894.48 | \$ 19,478.38 | \$ 19,062.27 | \$ 18,646.16 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ 459,860.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 229,930.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | 537,782.12 | 541,499.88 | 545,583.47 | 550,068.88 | 554,995.66 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| FLUJO NETO | \$ -229,930.00 | \$ -15,023.10 | \$ -15,439.21 | \$ -15,855.32 | \$ -16,271.42 | \$ -16,687.53 | \$ 43,303.59 | \$ 42,887.48 | \$ 42,471.38 | \$ 42,055.27 | \$ 41,639.16 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -229,930.00 | \$ -244,953.10 | \$ -260,392.31 | \$ -276,247.63 | \$ -292,519.05 | \$ -309,206.58 | \$ -265,902.99 | \$ -223,015.51 | \$ -180,544.13 | \$ -138,488.87 | \$ -96,849.70 |

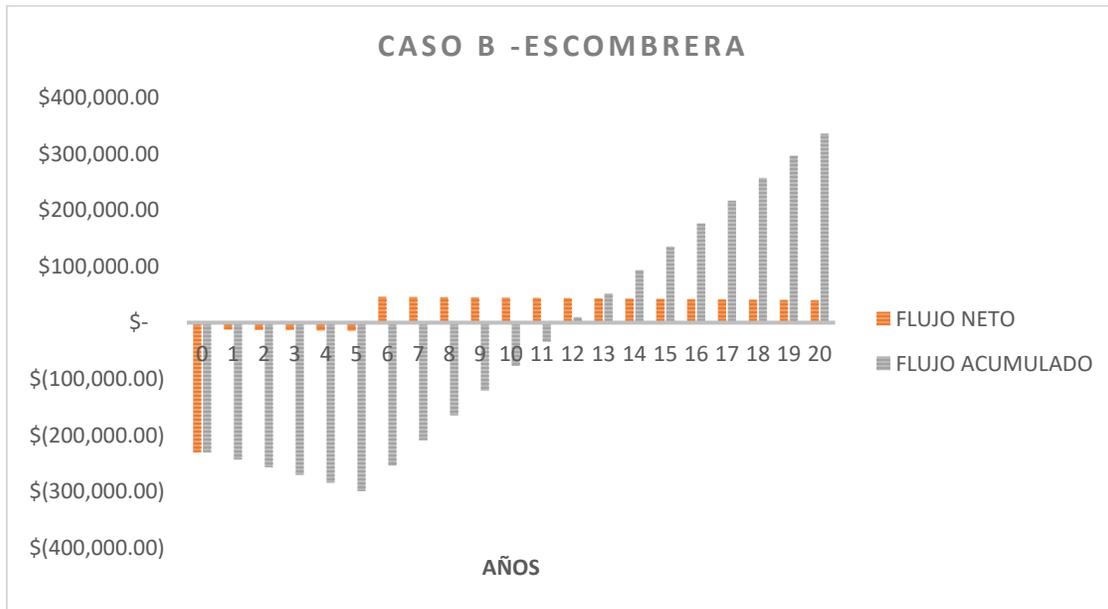
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 45,772.01 | \$ 45,355.91 | \$ 44,939.80 | \$ 44,523.69 | \$ 44,107.58 | \$ 43,691.48 | \$ 43,275.37 | \$ 42,859.26 | \$ 42,443.15 | \$ 42,027.05 |
| VENTA DE ENERGIA | 45772.01393 | 45355.91 | 44939.80 | 44523.69 | 44107.58 | 43691.48 | 43275.37 | 42859.26 | 42443.15 | 42027.05 |
| ENERGIA | 244683.4872 | 242459.1016 | 240234.7159 | 238010.3303 | 235785.9447 | 233561.5591 | 231337.1734 | 229112.7878 | 226888.4022 | 224664.0165 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 |
| O&M | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 | 4548.96 |
| DEPRECIACION (-) | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INTERES | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 18,230.05 | \$ 17,813.95 | \$ 17,397.84 | \$ 16,981.73 | \$ 16,565.62 | \$ 16,149.52 | \$ 15,733.41 | \$ 15,317.30 | \$ 14,901.19 | \$ 14,485.09 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 18,230.05 | \$ 17,813.95 | \$ 17,397.84 | \$ 16,981.73 | \$ 16,565.62 | \$ 16,149.52 | \$ 15,733.41 | \$ 15,317.30 | \$ 14,901.19 | \$ 14,485.09 |
| DEPRECIACION (+) | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ - | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 |
| PRESTAMO | \$ - | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 |
| AMORTIZACION | 0 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| FLUJO NETO | \$ 41,223.05 | \$ 40,806.95 | \$ 40,390.84 | \$ 39,974.73 | \$ 39,558.62 | \$ 39,142.52 | \$ 38,726.41 | \$ 38,310.30 | \$ 37,894.19 | \$ 37,478.09 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -55,626.65 | \$ -14,819.70 | \$ 25,571.14 | \$ 65,545.87 | \$ 105,304.49 | \$ 144,247.01 | \$ 182,973.42 | \$ 221,283.72 | \$ 259,177.91 | \$ 296,656.00 |



2.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------------|
| VAN | \$-19,955.52 |
| TIR | 6% |

2.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



3. FINANCIAMIENTO 70% AL 9.84% DE INTERES ANUAL, SECTOR SAUCAY-ESCOMBRERA

3.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9.84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (kWp) | 252.72 |
| PLAZO | 5 |

3.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 3 | | | | |
|----------------------------|---------------|---------------|-------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 321,902.00 | 70% | 9.84% | 6.8880% |
| INVERSIONISTAS | \$ 137,958.00 | 30% | 3.50% | 1.0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 459,860.00 | 100% | CPPC | 7.94% |



3.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| Amortización SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 3 | | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| Monto | \$ 321,902.00 | Interés | 9.84% | |
| | | Plazo | 5 | |
| Año | Cuota | Interés | Capital | Amortización |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$321,902.00 |
| 1 | \$84,570.12 | \$31,675.16 | \$52,894.97 | \$269,007.03 |
| 2 | \$84,570.12 | \$26,470.29 | \$58,099.83 | \$210,907.20 |
| 3 | \$84,570.12 | \$20,753.27 | \$63,816.85 | \$147,090.35 |
| 4 | \$84,570.12 | \$14,473.69 | \$70,096.43 | \$76,993.92 |
| 5 | \$84,570.12 | \$7,576.20 | \$76,993.92 | \$0.00 |
| TOTAL | \$422,850.61 | \$100,948.61 | \$321,902.00 | |

3.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 1 | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kw.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 459,860.0 | \$ - | \$ 459,860.0 | \$ 459,860.00 | | |
| 1 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 4,214.42 | 266927.3 | 247296.9 |
| 2 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,904.48 | 264703.0 | 227200.9 |
| 3 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,617.34 | 262478.6 | 208723.2 |
| 4 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,351.31 | 260254.2 | 191734.5 |
| 5 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 3,104.85 | 258029.8 | 176115.7 |
| 6 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,876.51 | 255805.4 | 161757.2 |
| 7 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,664.97 | 253581.0 | 148558.1 |
| 8 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,468.98 | 251356.6 | 136425.5 |
| 9 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,287.40 | 249132.3 | 125273.9 |
| 10 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 2,119.18 | 246907.9 | 115024.7 |
| 11 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,963.33 | 244683.5 | 105605.5 |
| 12 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,818.95 | 242459.1 | 96949.6 |
| 13 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,685.18 | 240234.7 | 88995.7 |
| 14 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,561.24 | 238010.3 | 81687.3 |
| 15 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,446.43 | 235785.9 | 74972.6 |
| 16 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,340.05 | 233561.6 | 68803.7 |
| 17 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,241.50 | 231337.2 | 63136.6 |
| 18 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,150.20 | 229112.8 | 57931.0 |
| 19 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 1,065.61 | 226888.4 | 53149.5 |
| 20 | | \$ 4,549.0 | \$ 4,549.0 | \$ 987.24 | 224664.0 | 48758.0 |
| TOTAL | | | | \$ 504,729.18 | | 2478100.1 |
| LCOE | \$ 0.20 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 54,366.66 | \$ 53,913.60 | \$ 53,460.55 | \$ 53,007.50 | \$ 52,554.44 | \$ 52,101.39 | \$ 51,648.34 | \$ 51,195.28 | \$ 50,742.23 | \$ 50,289.18 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 54,366.66 | \$ 53,913.60 | \$ 53,460.55 | \$ 53,007.50 | \$ 52,554.44 | \$ 52,101.39 | \$ 51,648.34 | \$ 51,195.28 | \$ 50,742.23 | \$ 50,289.18 |
| ENERGIA | 0 | 266927.3435 | 264702.9579 | 262478.5723 | 260254.1866 | 258029.801 | 255805.4154 | 253581.0297 | 251356.6441 | 249132.2585 | 246907.8728 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 59,217.12 | \$ 54,012.25 | \$ 48,295.23 | \$ 42,015.65 | \$ 35,118.16 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 |
| ORM | 0 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$ 0.00 | \$ 531,675.16 | \$ 526,470.29 | \$ 520,753.27 | \$ 514,473.69 | \$ 507,576.20 | \$ 500.00 | \$ 500.00 | \$ 500.00 | \$ 500.00 | \$ 500.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -4,850.46 | \$ -98.65 | \$ 5,165.32 | \$ 10,991.85 | \$ 17,436.28 | \$ 24,559.43 | \$ 24,106.38 | \$ 23,653.32 | \$ 23,200.27 | \$ 22,747.22 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -4,850.46 | \$ -98.65 | \$ 5,165.32 | \$ 10,991.85 | \$ 17,436.28 | \$ 24,559.43 | \$ 24,106.38 | \$ 23,653.32 | \$ 23,200.27 | \$ 22,747.22 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ 459,860.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 321,902.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$ 552,894.97 | \$ 558,099.83 | \$ 563,816.85 | \$ 570,096.43 | \$ 576,993.92 | \$ 584,000.00 | \$ 591,000.00 | \$ 598,000.00 | \$ 605,000.00 | \$ 612,000.00 |
| FLUJO NETO | \$ -137,958.00 | \$ -34,752.42 | \$ -35,205.48 | \$ -35,658.53 | \$ -36,111.58 | \$ -36,564.64 | \$ -37,017.70 | \$ -37,470.82 | \$ -37,923.94 | \$ -38,377.06 | \$ -38,830.18 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -137,958.00 | \$ -172,710.42 | \$ -207,915.90 | \$ -243,574.43 | \$ -279,686.02 | \$ -316,250.66 | \$ -352,814.20 | \$ -389,377.74 | \$ -425,941.28 | \$ -462,504.82 | \$ -499,068.36 |

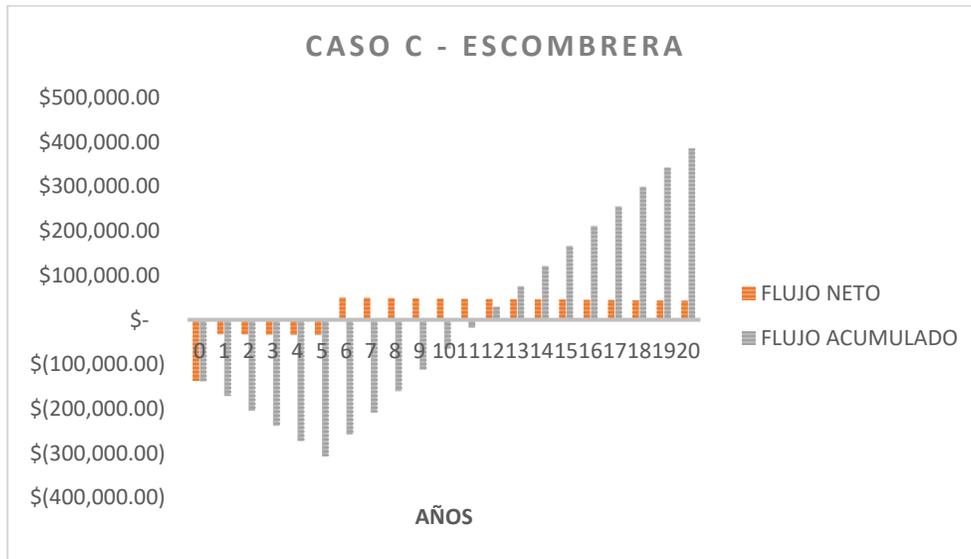
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 49,836.12 | \$ 49,383.07 | \$ 48,930.01 | \$ 48,476.96 | \$ 48,023.91 | \$ 47,570.85 | \$ 47,117.80 | \$ 46,664.75 | \$ 46,211.69 | \$ 45,758.64 |
| VENTA DE ENERGIA | 49836.12146 | 49383.07 | 48930.01 | 48476.96 | 48023.91 | 47570.85 | 47117.80 | 46664.75 | 46211.69 | 45758.64 |
| ENERGIA | 244683.4872 | 242459.1016 | 240234.7159 | 238010.3303 | 235785.9447 | 233561.5591 | 231337.1734 | 229112.7878 | 226888.4022 | 224664.0165 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 |
| ORM | 4548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 | 4,548.96 |
| DEPRECIACION (-) | 22993 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 22,294.16 | \$ 21,841.11 | \$ 21,388.05 | \$ 20,935.00 | \$ 20,481.95 | \$ 20,028.89 | \$ 19,575.84 | \$ 19,122.79 | \$ 18,669.73 | \$ 18,216.68 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 22,294.16 | \$ 21,841.11 | \$ 21,388.05 | \$ 20,935.00 | \$ 20,481.95 | \$ 20,028.89 | \$ 19,575.84 | \$ 19,122.79 | \$ 18,669.73 | \$ 18,216.68 |
| DEPRECIACION (+) | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 45,287.16 | \$ 44,834.11 | \$ 44,381.05 | \$ 43,928.00 | \$ 43,474.95 | \$ 43,021.89 | \$ 42,568.84 | \$ 42,115.79 | \$ 41,662.73 | \$ 41,209.68 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -37,731.88 | \$ 7,102.23 | \$ 51,483.28 | \$ 95,411.28 | \$ 138,886.23 | \$ 181,908.12 | \$ 224,476.96 | \$ 266,592.75 | \$ 308,255.48 | \$ 349,465.16 |



3.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------------|
| VAN | \$-16,314.47 |
| TIR | 7% |

3.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



4. FINANCIAMIENTO 50% AL 10.21% DE INTERES ANUAL, SECTOR SAUCAY-ESCOMBRERA

4.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10.21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10.21% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (kWp) | 252.72 |
| PLAZO | 10 |

4.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 4 | | | | |
|----------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 229,930.00 | 50% | 10.21% | 5.1050% |
| INVERSIONISTAS | \$ 229,930.00 | 50% | 3.50% | 1.7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 459,860.00 | 100% | CPPC | 6.86% |



4.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 4 | | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| monto | \$ 229,930.00 | interes | 10.21% | |
| | | plazo | 10 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$229,930.00 |
| 1 | \$37,758.29 | \$23,475.85 | \$14,282.44 | \$215,647.56 |
| 2 | \$37,758.29 | \$22,017.62 | \$15,740.67 | \$199,906.89 |
| 3 | \$37,758.29 | \$20,410.49 | \$17,347.80 | \$182,559.10 |
| 4 | \$37,758.29 | \$18,639.28 | \$19,119.01 | \$163,440.09 |
| 5 | \$37,758.29 | \$16,687.23 | \$21,071.06 | \$142,369.04 |
| 6 | \$37,758.29 | \$14,535.88 | \$23,222.41 | \$119,146.63 |
| 7 | \$37,758.29 | \$12,164.87 | \$25,593.42 | \$93,553.21 |
| 8 | \$37,758.29 | \$9,551.78 | \$28,206.51 | \$65,346.70 |
| 9 | \$37,758.29 | \$6,671.90 | \$31,086.39 | \$34,260.31 |
| 10 | \$37,758.29 | \$3,497.98 | \$34,260.31 | \$0.00 |
| TOTAL | \$377,582.89 | \$147,652.89 | \$229,930.00 | |

4.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 4 | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|-------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | ENERGIA (kw.h) | | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 459,860.00 | \$ - | \$ 459,860.00 | \$ 459,860.00 | | |
| 1 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,257.13 | 266927.3435 | 249803.3256 |
| 2 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,984.03 | 264702.9579 | 231829.7127 |
| 3 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,728.44 | 262478.5723 | 215134.1273 |
| 4 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,489.26 | 260254.1866 | 199626.5632 |
| 5 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,265.41 | 258029.801 | 185223.3029 |
| 6 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,055.93 | 255805.4154 | 171846.4806 |
| 7 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,859.88 | 253581.0297 | 159423.6766 |
| 8 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,676.41 | 251356.6441 | 147887.5384 |
| 9 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,504.72 | 249132.2585 | 137175.4291 |
| 10 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,344.03 | 246907.8728 | 127229.099 |
| 11 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,193.66 | 244683.4872 | 117994.381 |
| 12 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,052.93 | 242459.1016 | 109420.9064 |
| 13 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,921.23 | 240234.7159 | 101461.8401 |
| 14 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,797.98 | 238010.3303 | 94073.63511 |
| 15 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,682.63 | 235785.9447 | 87215.80291 |
| 16 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,574.69 | 233561.5591 | 80850.70053 |
| 17 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,473.67 | 231337.1734 | 74943.33197 |
| 18 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,379.13 | 229112.7878 | 69461.16357 |
| 19 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,290.65 | 226888.4022 | 64373.95207 |
| 20 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,207.86 | 224664.0165 | 59653.58464 |
| TOTAL | | | | \$ 508,599.67 | | 2684628.554 |
| LCOE | \$ | 0.19 | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 50,569.07 | \$ 50,147.66 | \$ 49,726.25 | \$ 49,304.84 | \$ 48,883.44 | \$ 48,462.03 | \$ 48,040.62 | \$ 47,619.22 | \$ 47,197.81 | \$ 46,776.40 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 50,569.07 | \$ 50,147.66 | \$ 49,726.25 | \$ 49,304.84 | \$ 48,883.44 | \$ 48,462.03 | \$ 48,040.62 | \$ 47,619.22 | \$ 47,197.81 | \$ 46,776.40 |
| ENERGIA | 0 | 266927.3435 | 264702.9579 | 262478.5723 | 260254.1866 | 258029.801 | 255805.4154 | 253581.0297 | 251356.6441 | 249132.2585 | 246907.8728 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 51,017.81 | \$ 49,559.58 | \$ 47,952.45 | \$ 46,181.24 | \$ 44,229.19 | \$ 42,077.84 | \$ 39,706.83 | \$ 37,093.74 | \$ 34,213.86 | \$ 31,039.94 |
| O&M | 0 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$23,473.83 | \$22,017.62 | \$20,410.49 | \$18,639.28 | \$16,687.23 | \$14,535.88 | \$12,164.87 | \$9,551.78 | \$6,671.90 | \$3,497.98 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -448.75 | \$ 588.08 | \$ 1,773.80 | \$ 3,123.60 | \$ 4,654.24 | \$ 6,384.19 | \$ 8,333.79 | \$ 10,525.47 | \$ 12,983.95 | \$ 15,736.46 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -448.75 | \$ 588.08 | \$ 1,773.80 | \$ 3,123.60 | \$ 4,654.24 | \$ 6,384.19 | \$ 8,333.79 | \$ 10,525.47 | \$ 12,983.95 | \$ 15,736.46 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ 459,860.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 229,930.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$14,282.44 | \$15,740.67 | \$17,347.80 | \$19,119.01 | \$21,071.06 | \$23,222.41 | \$25,793.42 | \$28,206.51 | \$31,086.39 | \$34,260.31 |
| FLUJO NETO | \$ -229,930.00 | \$ 8,261.82 | \$ 7,840.41 | \$ 7,419.00 | \$ 6,997.60 | \$ 6,576.19 | \$ 6,154.78 | \$ 5,733.37 | \$ 5,311.97 | \$ 4,890.56 | \$ 4,469.15 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -229,930.00 | \$ -221,668.18 | \$ -213,827.77 | \$ -206,408.77 | \$ -199,411.18 | \$ -192,834.99 | \$ -186,680.21 | \$ -180,946.83 | ##### | ##### | \$ -166,275.16 |

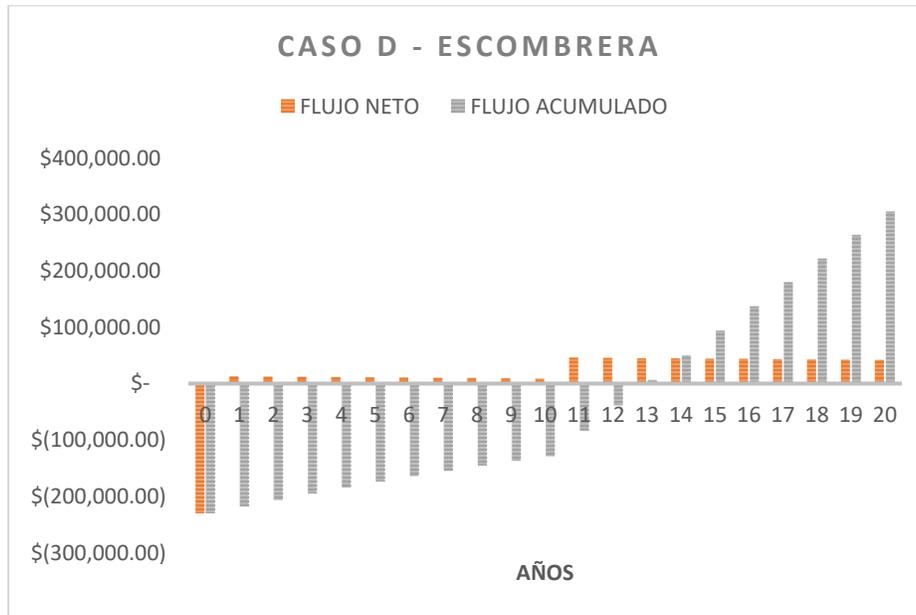
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 46,354.99 | \$ 45,933.59 | \$ 45,512.18 | \$ 45,090.77 | \$ 44,669.36 | \$ 44,247.96 | \$ 43,826.55 | \$ 43,405.14 | \$ 42,983.74 | \$ 42,562.33 |
| VENTA DE ENERGIA | 46354.99369 | \$ 45,933.59 | \$ 45,512.18 | \$ 45,090.77 | \$ 44,669.36 | \$ 44,247.96 | \$ 43,826.55 | \$ 43,405.14 | \$ 42,983.74 | \$ 42,562.33 |
| ENERGIA | 244683.4872 | 242459.1016 | 240234.7159 | 238010.3303 | 235785.9447 | 233561.5591 | 231337.1734 | 229112.7878 | 226888.4022 | 224664.0165 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 |
| O&M | 4348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 |
| DEPRECIACION (-) | 22993 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 18,813.03 | \$ 18,391.63 | \$ 17,970.22 | \$ 17,548.81 | \$ 17,127.40 | \$ 16,706.00 | \$ 16,284.59 | \$ 15,863.18 | \$ 15,441.78 | \$ 15,020.37 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 18,813.03 | \$ 18,391.63 | \$ 17,970.22 | \$ 17,548.81 | \$ 17,127.40 | \$ 16,706.00 | \$ 16,284.59 | \$ 15,863.18 | \$ 15,441.78 | \$ 15,020.37 |
| DEPRECIACION (+) | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 41,806.03 | \$ 41,384.63 | \$ 40,963.22 | \$ 40,541.81 | \$ 40,120.40 | \$ 39,699.00 | \$ 39,277.59 | \$ 38,856.18 | \$ 38,434.78 | \$ 38,013.37 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -124,469.12 | \$ -83,084.49 | \$ -42,121.28 | \$ -1,579.46 | \$ 38,540.94 | \$ 78,239.94 | \$ 117,517.53 | \$ 156,373.71 | \$ 194,808.49 | \$ 232,821.86 |



4.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------------|
| VAN | \$-37,055.11 |
| TIR | 5% |

4.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



5. FINANCIAMIENTO 70% AL 9.84% DE INTERES ANUAL, SECTOR SAUCAY-ESCOMBRERA

5.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10.21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (kWp) | 252.72 |
| PLAZO | 10 |

5.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 5 | | | | |
|----------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 321,902.00 | 70% | 10.21% | 7.1470% |
| INVERSIONISTAS | \$ 137,958.00 | 30% | 3.50% | 1.0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 459,860.00 | 100% | CPPC | 8.20% |



5.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 5 | | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| monto | \$ 321,902.00 | interes | 10% | |
| | | plazo | 10 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$321,902.00 |
| 1 | \$52,861.60 | \$32,866.19 | \$19,995.41 | \$301,906.59 |
| 2 | \$52,861.60 | \$30,824.66 | \$22,036.94 | \$279,869.65 |
| 3 | \$52,861.60 | \$28,574.69 | \$24,286.91 | \$255,582.74 |
| 4 | \$52,861.60 | \$26,095.00 | \$26,766.61 | \$228,816.13 |
| 5 | \$52,861.60 | \$23,362.13 | \$29,499.48 | \$199,316.65 |
| 6 | \$52,861.60 | \$20,350.23 | \$32,511.37 | \$166,805.28 |
| 7 | \$52,861.60 | \$17,030.82 | \$35,830.79 | \$130,974.49 |
| 8 | \$52,861.60 | \$13,372.50 | \$39,489.11 | \$91,485.38 |
| 9 | \$52,861.60 | \$9,340.66 | \$43,520.95 | \$47,964.44 |
| 10 | \$52,861.60 | \$4,897.17 | \$47,964.44 | \$0.00 |
| TOTAL | \$528,616.04 | \$206,714.04 | \$321,902.00 | |

5.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY ESCOMBRERA OPCIÓN 5 | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 459,860.00 | \$ - | \$ 459,860.00 | \$ 459,860.00 | | |
| 1 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 4,204.33 | 266927.3 | 246704.9 |
| 2 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,885.81 | 264703.0 | 226114.5 |
| 3 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,591.42 | 262478.6 | 207227.9 |
| 4 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,319.34 | 260254.2 | 189905.2 |
| 5 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 3,067.86 | 258029.8 | 174017.8 |
| 6 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,835.44 | 255805.4 | 159447.8 |
| 7 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,620.63 | 253581.0 | 146086.5 |
| 8 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,422.09 | 251356.6 | 133834.7 |
| 9 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,238.59 | 249132.3 | 122600.7 |
| 10 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 2,069.00 | 246907.9 | 112300.8 |
| 11 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,912.25 | 244683.5 | 102857.8 |
| 12 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,767.38 | 242459.1 | 94201.1 |
| 13 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,633.48 | 240234.7 | 86265.7 |
| 14 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,509.73 | 238010.3 | 78991.9 |
| 15 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,395.35 | 235785.9 | 72325.2 |
| 16 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,289.64 | 233561.6 | 66215.2 |
| 17 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,191.94 | 231337.2 | 60615.9 |
| 18 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,101.64 | 229112.8 | 55485.0 |
| 19 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 1,018.18 | 226888.4 | 50783.6 |
| 20 | | \$ 4,548.96 | \$ 4,548.96 | \$ 941.04 | 224664.0 | 46476.0 |
| TOTAL | | | | \$ 503,875.14 | | 2432458.2 |
| LCOE | \$ | 0.21 | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 55,293.06 | \$ 54,832.28 | \$ 54,371.51 | \$ 53,910.74 | \$ 53,449.96 | \$ 52,989.19 | \$ 52,528.42 | \$ 52,067.64 | \$ 51,606.87 | \$ 51,146.10 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 53,293.06 | \$ 54,832.28 | \$ 54,371.51 | \$ 53,910.74 | \$ 53,449.96 | \$ 52,989.19 | \$ 52,528.42 | \$ 52,067.64 | \$ 51,606.87 | \$ 51,146.10 |
| ENERGIA | 0 | 266927.3433 | 264702.9379 | 262478.5723 | 260254.1866 | 258029.801 | 255805.4154 | 253581.0297 | 251356.6441 | 249132.2585 | 246907.8728 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 60,408.15 | \$ 58,366.62 | \$ 56,116.65 | \$ 53,636.96 | \$ 50,904.09 | \$ 47,892.19 | \$ 44,572.78 | \$ 40,914.46 | \$ 36,882.62 | \$ 32,439.13 |
| O&M | 0 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$32,866.19 | \$30,824.66 | \$28,574.69 | \$26,095.00 | \$23,362.13 | \$20,350.23 | \$17,030.82 | \$13,372.50 | \$9,340.66 | \$4,897.17 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -5,115.10 | \$ -3,534.34 | \$ -1,745.14 | \$ 273.78 | \$ 2,545.88 | \$ 5,097.00 | \$ 7,955.64 | \$ 11,153.19 | \$ 14,724.25 | \$ 18,706.97 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -5,115.10 | \$ -3,534.34 | \$ -1,745.14 | \$ 273.78 | \$ 2,545.88 | \$ 5,097.00 | \$ 7,955.64 | \$ 11,153.19 | \$ 14,724.25 | \$ 18,706.97 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ 459,860.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 321,902.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$19,995.41 | \$22,036.94 | \$24,286.91 | \$26,766.61 | \$29,499.48 | \$32,511.37 | \$35,830.79 | \$39,489.11 | \$43,520.95 | \$47,964.44 |
| FLUJO NETO | \$ -137,958.00 | \$ -2,117.51 | \$ -2,578.28 | \$ -3,039.05 | \$ -3,499.83 | \$ -3,960.60 | \$ -4,421.37 | \$ -4,882.15 | \$ -5,342.92 | \$ -5,803.70 | \$ -6,264.47 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -137,958.00 | \$ -140,075.51 | \$ -142,653.79 | \$ -145,692.84 | \$ -149,192.67 | \$ -153,153.27 | \$ -157,574.64 | \$ -162,456.79 | ##### | ##### | \$ -179,867.87 |

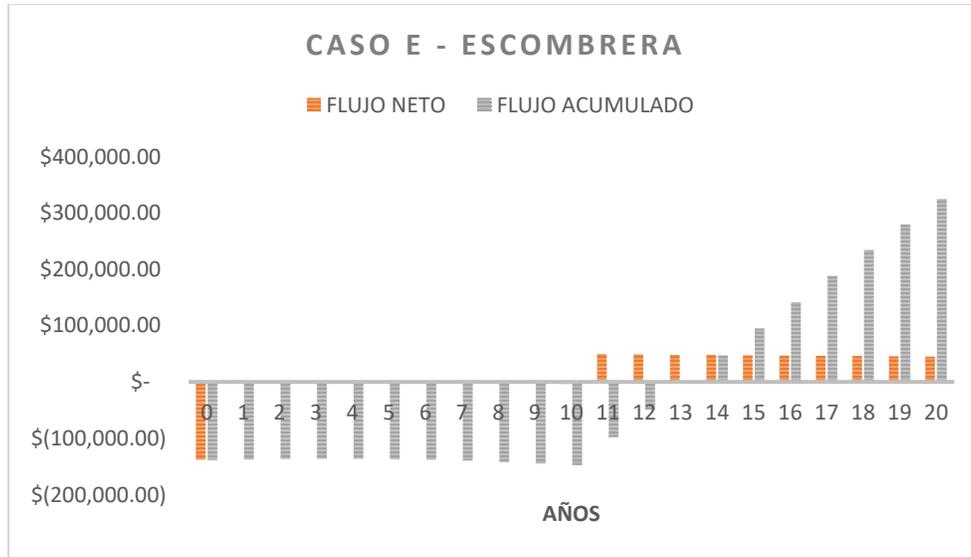
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 50,685.32 | \$ 50,224.55 | \$ 49,763.77 | \$ 49,303.00 | \$ 48,842.23 | \$ 48,381.45 | \$ 47,920.68 | \$ 47,459.91 | \$ 46,999.13 | \$ 46,538.36 |
| VENTA DE ENERGIA | 30683.32196 | \$ 50,224.55 | \$ 49,763.77 | \$ 49,303.00 | \$ 48,842.23 | \$ 48,381.45 | \$ 47,920.68 | \$ 47,459.91 | \$ 46,999.13 | \$ 46,538.36 |
| ENERGIA | 244683.4872 | 242459.1016 | 240234.7159 | 238010.3303 | 235785.9447 | 233561.5591 | 231337.1734 | 229112.7878 | 226888.4022 | 224664.0165 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 | \$ 27,541.96 |
| O&M | 4548.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 | \$ 4,348.96 |
| DEPRECIACION (-) | 22993 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 | \$ 22,993.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 23,143.36 | \$ 22,682.59 | \$ 22,221.81 | \$ 21,761.04 | \$ 21,300.27 | \$ 20,839.49 | \$ 20,378.72 | \$ 19,917.95 | \$ 19,457.17 | \$ 18,996.40 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 23,143.36 | \$ 22,682.59 | \$ 22,221.81 | \$ 21,761.04 | \$ 21,300.27 | \$ 20,839.49 | \$ 20,378.72 | \$ 19,917.95 | \$ 19,457.17 | \$ 18,996.40 |
| DEPRECIACION (+) | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 | 22993 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 46,136.36 | \$ 45,675.59 | \$ 45,214.81 | \$ 44,754.04 | \$ 44,293.27 | \$ 43,832.49 | \$ 43,371.72 | \$ 42,910.95 | \$ 42,450.17 | \$ 41,989.40 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -133,731.51 | \$ -88,053.92 | \$ -42,841.11 | \$ 1,912.93 | \$ 46,206.20 | \$ 90,038.69 | \$ 133,410.41 | \$ 176,321.36 | \$ 218,771.53 | \$ 260,760.93 |



5.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|---------------------|
| VAN | \$-29,673.36 |
| TIR | 7% |

5.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado





Anexo 15. Análisis económico sector SAUCAY-TERRENO

1. FINANCIAMIENTO PROPIO SAUCAY-TERRENO

1.1 Variables de entrada

| | |
|---------------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9.84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 0% |
| Potencia Instalada (kWp) | 104 |
| PLAZO | 10 |

1.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 1 | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ - | 0% | 9.84% | 0.0000% |
| INVERSIONISTAS | \$ 202,480.00 | 100% | 3.50% | 3.5000% |
| INVERSION TOTAL | \$ 202,480.00 | 100% | CPPC | 3.50% |

1.3 Determinación de LCOE

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 1 | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 202,480.00 | \$ - | \$ 202,480.0 | \$ 202,480.0 | | |
| 1 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,808.7 | 109846.64 | 106132.02 |
| 2 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,747.5 | 108931.26 | 101688.50 |
| 3 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,688.4 | 108015.87 | 97424.13 |
| 4 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,631.3 | 107100.49 | 93331.89 |
| 5 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,576.2 | 106185.10 | 89405.01 |
| 6 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,522.9 | 105269.72 | 85636.98 |
| 7 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,471.4 | 104354.33 | 82021.56 |
| 8 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,421.6 | 103438.95 | 78552.73 |
| 9 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,373.5 | 102523.56 | 75224.71 |
| 10 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,327.1 | 101608.18 | 72031.95 |
| 11 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,282.2 | 100692.79 | 68969.10 |
| 12 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,238.9 | 99777.41 | 66031.02 |
| 13 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,197.0 | 98862.02 | 63212.79 |
| 14 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,156.5 | 97946.64 | 60509.65 |
| 15 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,117.4 | 97031.25 | 57917.04 |
| 16 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,079.6 | 96115.87 | 55430.59 |
| 17 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,043.1 | 95200.48 | 53046.07 |
| 18 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 1,007.8 | 94285.10 | 50759.43 |
| 19 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 973.7 | 93369.71 | 48566.79 |
| 20 | | \$ 1,872.0 | \$ 1,872.0 | \$ 940.8 | 92454.33 | 46464.39 |
| TOTAL | | | | \$ 229,085.62 | | 1452356.36 |
| LCOE | \$ | 0.16 | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Periodo (Año) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 17,327 | \$ 17,182 | \$ 17,038 | \$ 16,893 | \$ 16,749 | \$ 16,605 | \$ 16,460 | \$ 16,316 | \$ 16,171 | \$ 16,027 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ - | \$ 17,327 | \$ 17,182 | \$ 17,038 | \$ 16,893 | \$ 16,749 | \$ 16,605 | \$ 16,460 | \$ 16,316 | \$ 16,171 | \$ 16,027 |
| ENERGIA | \$ - | \$ 109,947 | \$ 108,931 | \$ 108,016 | \$ 107,100 | \$ 106,185 | \$ 105,270 | \$ 104,354 | \$ 103,439 | \$ 102,524 | \$ 101,608 |
| EGRESOS FLUOS | \$ - | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 |
| O&M | \$ - | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 |
| DEPRECIACION (-) | \$ - | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ 5,331 | \$ 5,186 | \$ 5,042 | \$ 4,897 | \$ 4,753 | \$ 4,609 | \$ 4,464 | \$ 4,320 | \$ 4,175 | \$ 4,031 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ 5,331 | \$ 5,186 | \$ 5,042 | \$ 4,897 | \$ 4,753 | \$ 4,609 | \$ 4,464 | \$ 4,320 | \$ 4,175 | \$ 4,031 |
| DEPRECIACION (+) | \$ - | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 |
| INVERSION | \$ 202,480 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ -202,480 | \$ 15,455 | \$ 15,310 | \$ 15,166 | \$ 15,021 | \$ 14,877 | \$ 14,733 | \$ 14,588 | \$ 14,444 | \$ 14,299 | \$ 14,155 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -202,480 | \$ -187,025 | \$ -171,715 | \$ -156,550 | \$ -141,528 | \$ -126,651 | \$ -111,919 | \$ -97,330 | \$ -82,887 | \$ -68,587 | \$ -54,432 |

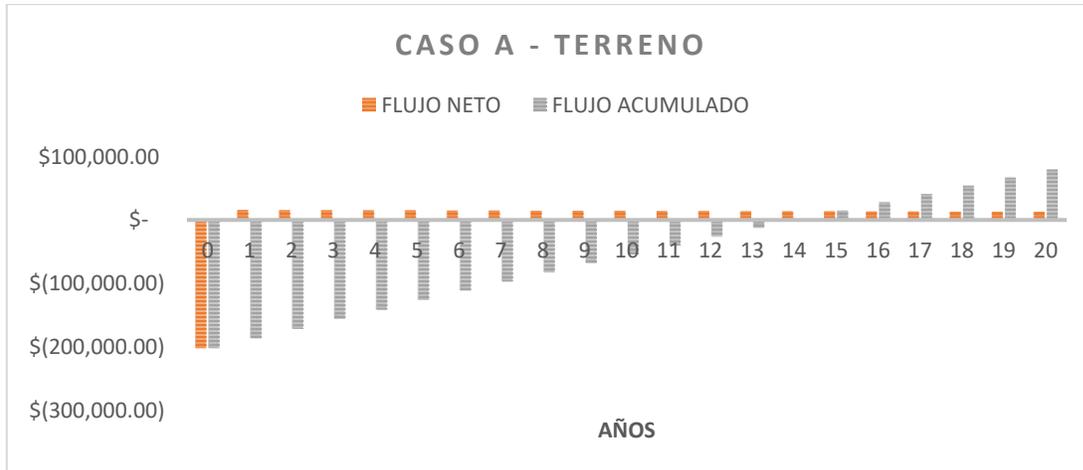
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| INGRESOS | \$ 15,883 | \$ 15,738 | \$ 15,594 | \$ 15,449 | \$ 15,305 | \$ 15,161 | \$ 15,016 | \$ 14,872 | \$ 14,728 | \$ 14,583 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ 15,883 | \$ 15,738 | \$ 15,594 | \$ 15,449 | \$ 15,305 | \$ 15,161 | \$ 15,016 | \$ 14,872 | \$ 14,728 | \$ 14,583 |
| ENERGIA | \$ 100,693 | \$ 99,777 | \$ 98,862 | \$ 97,947 | \$ 97,031 | \$ 96,116 | \$ 95,200 | \$ 94,285 | \$ 93,370 | \$ 92,454 |
| EGRESOS FLUOS | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 | \$ 11,996 |
| O&M | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 | \$ 1,872 |
| DEPRECIACION (-) | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 3,887 | \$ 3,742 | \$ 3,598 | \$ 3,453 | \$ 3,309 | \$ 3,165 | \$ 3,020 | \$ 2,876 | \$ 2,732 | \$ 2,587 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 3,887 | \$ 3,742 | \$ 3,598 | \$ 3,453 | \$ 3,309 | \$ 3,165 | \$ 3,020 | \$ 2,876 | \$ 2,732 | \$ 2,587 |
| DEPRECIACION (+) | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 | \$ 10,124 |
| INVERSION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ 14,011 | \$ 13,866 | \$ 13,722 | \$ 13,577 | \$ 13,433 | \$ 13,289 | \$ 13,144 | \$ 13,000 | \$ 12,856 | \$ 12,711 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -40,422 | \$ -26,555 | \$ -12,833 | \$ 744 | \$ 14,177 | \$ 27,466 | \$ 40,610 | \$ 53,610 | \$ 66,466 | \$ 79,177 |



1.5 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------|
| VAN | \$0.00 |
| TIR | 3.5% |

1.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



2. FINANCIAMIENTO 50% AL 9.84% DE INTERES ANUAL PARA 5 AÑOS, SECTOR SAUCAY-TERRENO

2.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9.84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 9.84% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (kWp) | 104 |
| PLAZO | 5 |

2.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 2 | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 101,240.00 | 50% | 9.84% | 4.9200% |
| INVERSIONISTAS | \$ 101,240.00 | 50% | 3.50% | 1.7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 202,480.00 | 100% | CPPC | 6.67% |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY TERRENO OPCIÓN 2 | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| MONTO | \$ 101,240.00 | INTERES | 10% | |
| | | PLAZO | 5 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$101,240.00 |
| 1 | \$26,597.78 | \$9,962.02 | \$16,635.77 | \$84,604.23 |
| 2 | \$26,597.78 | \$8,325.06 | \$18,272.73 | \$66,331.51 |
| 3 | \$26,597.78 | \$6,527.02 | \$20,070.76 | \$46,260.75 |
| 4 | \$26,597.78 | \$4,552.06 | \$22,045.72 | \$24,215.02 |
| 5 | \$26,597.78 | \$2,382.76 | \$24,215.02 | \$0.00 |
| TOTAL | \$132,988.91 | \$31,748.91 | \$101,240.00 | |

2.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 2 | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kw.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 202,480.00 | \$ - | \$ 202,480.00 | \$ 202,480.00 | | |
| 1 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,754.95 | 109846.64 | 102978.01 |
| 2 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,645.21 | 108931.26 | 95734.38 |
| 3 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,542.34 | 108015.87 | 88993.99 |
| 4 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,445.89 | 107100.49 | 82722.24 |
| 5 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,355.48 | 106185.10 | 76886.86 |
| 6 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,270.73 | 105269.72 | 71457.81 |
| 7 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,191.27 | 104354.33 | 66407.09 |
| 8 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,116.78 | 103438.95 | 61708.61 |
| 9 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,046.95 | 102523.56 | 57338.07 |
| 10 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 981.48 | 101608.18 | 53272.82 |
| 11 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 920.11 | 100692.79 | 49491.79 |
| 12 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 862.58 | 99777.41 | 45975.31 |
| 13 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 808.64 | 98862.02 | 42705.09 |
| 14 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 758.08 | 97946.64 | 39664.08 |
| 15 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 710.68 | 97031.25 | 36836.40 |
| 16 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 666.24 | 96115.87 | 34207.27 |
| 17 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 624.58 | 95200.48 | 31762.90 |
| 18 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 585.52 | 94285.10 | 29490.47 |
| 19 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 548.91 | 93369.71 | 27378.04 |
| 20 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 514.59 | 92454.33 | 25414.49 |
| TOTAL | | | | \$ 222,831.00 | | 1120425.713 |
| LCOE | \$ 0.20 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 21,846.37 | \$ 21,664.32 | \$ 21,482.27 | \$ 21,300.22 | \$ 21,118.16 | \$ 20,936.11 | \$ 20,754.06 | \$ 20,572.01 | \$ 20,389.95 | \$ 20,207.90 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 21,846.37 | \$ 21,664.32 | \$ 21,482.27 | \$ 21,300.22 | \$ 21,118.16 | \$ 20,936.11 | \$ 20,754.06 | \$ 20,572.01 | \$ 20,389.95 | \$ 20,207.90 |
| ENERGIA kW.h | 0 | 109846.6434 | 108931.2584 | 108015.8734 | 107100.4883 | 106185.1033 | 105269.7183 | 104354.3332 | 103438.9482 | 102523.5632 | 101608.1781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 21,958.02 | \$ 20,321.06 | \$ 18,523.02 | \$ 16,548.06 | \$ 14,378.76 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 |
| O&M | 0 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$9,962.02 | \$8,325.06 | \$6,527.02 | \$4,552.06 | \$2,382.76 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -111.64 | \$ 1,343.26 | \$ 2,959.25 | \$ 4,752.16 | \$ 6,739.40 | \$ 8,940.11 | \$ 8,758.06 | \$ 8,576.01 | \$ 8,393.95 | \$ 8,211.90 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -111.64 | \$ 1,343.26 | \$ 2,959.25 | \$ 4,752.16 | \$ 6,739.40 | \$ 8,940.11 | \$ 8,758.06 | \$ 8,576.01 | \$ 8,393.95 | \$ 8,211.90 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ 202,480.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 101,240.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$16,635.77 | \$18,272.73 | \$20,070.76 | \$22,045.72 | \$24,215.02 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ -101,240.00 | \$ -6,623.41 | \$ -6,805.46 | \$ -6,987.51 | \$ -7,169.57 | \$ -7,351.62 | \$ 19,064.11 | \$ 18,882.06 | \$ 18,700.01 | \$ 18,517.95 | \$ 18,335.90 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -101,240.00 | \$ -107,863.41 | \$ -114,668.87 | \$ -121,656.39 | \$ -128,825.95 | \$ -136,177.57 | \$ -117,113.46 | \$ -98,231.40 | \$ -79,531.40 | \$ -61,013.44 | \$ -42,677.54 |

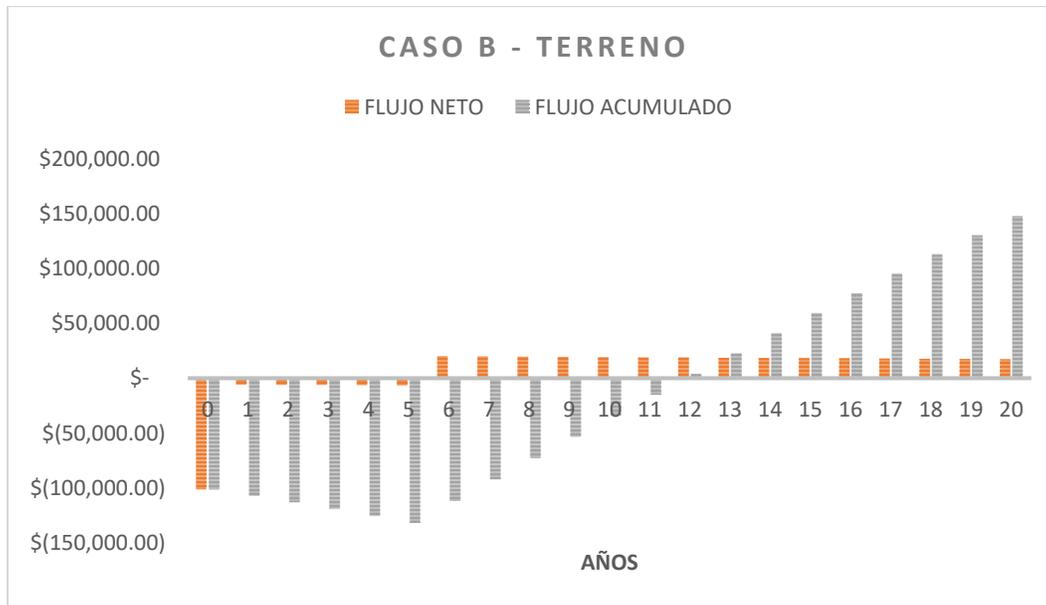
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 20,025.85 | \$ 19,843.80 | \$ 19,661.74 | \$ 19,479.69 | \$ 19,297.64 | \$ 19,115.59 | \$ 18,933.53 | \$ 18,751.48 | \$ 18,569.43 | \$ 18,387.38 |
| VENTA DE ENERGIA | 20025.84862 | \$ 19,843.80 | \$ 19,661.74 | \$ 19,479.69 | \$ 19,297.64 | \$ 19,115.59 | \$ 18,933.53 | \$ 18,751.48 | \$ 18,569.43 | \$ 18,387.38 |
| ENERGIA | 100692.7931 | 99777.40806 | 98862.02302 | 97946.63799 | 97031.25296 | 96115.86792 | 95200.48289 | 94285.09786 | 93369.71282 | 92454.32779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 |
| O&M | 1872 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 10124 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 8,029.85 | \$ 7,847.80 | \$ 7,665.74 | \$ 7,483.69 | \$ 7,301.64 | \$ 7,119.59 | \$ 6,937.53 | \$ 6,755.48 | \$ 6,573.43 | \$ 6,391.38 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 8,029.85 | \$ 7,847.80 | \$ 7,665.74 | \$ 7,483.69 | \$ 7,301.64 | \$ 7,119.59 | \$ 6,937.53 | \$ 6,755.48 | \$ 6,573.43 | \$ 6,391.38 |
| DEPRECIACION (+) | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 18,153.85 | \$ 17,971.80 | \$ 17,789.74 | \$ 17,607.69 | \$ 17,425.64 | \$ 17,243.59 | \$ 17,061.53 | \$ 16,879.48 | \$ 16,697.43 | \$ 16,515.38 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -24,523.69 | \$ -6,551.90 | \$ 11,237.85 | \$ 28,845.54 | \$ 46,271.18 | \$ 63,514.76 | \$ 80,576.30 | \$ 97,455.78 | \$ 114,153.21 | \$ 130,668.59 |



2.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------------------|
| VAN | \$-8,786.57 |
| TIR | 6% |

2.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



3. FINANCIAMIENTO 70% AL 9.84% DE INTERES ANUAL PARA 5 AÑOS, SECTOR SAUCAY-TERRENO Variables de entrada

3.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9.84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (kWp) | 104 |
| PLAZO | 5 |

3.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 3 | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 141,736.00 | 70% | 9.84% | 6.8880% |
| INVERSIONISTAS | \$ 60,744.00 | 30% | 3.50% | 1.0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 202,480.00 | 100% | CPPC | 7.94% |



3.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY TERRENO OPCIÓN 3 | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| MONTO | \$ 141,736.00 | INTERES | 10% | |
| | | PLAZO | 5 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$141,736.00 |
| 1 | \$37,236.89 | \$13,946.82 | \$23,290.07 | \$118,445.93 |
| 2 | \$37,236.89 | \$11,655.08 | \$25,581.82 | \$92,864.11 |
| 3 | \$37,236.89 | \$9,137.83 | \$28,099.07 | \$64,765.05 |
| 4 | \$37,236.89 | \$6,372.88 | \$30,864.01 | \$33,901.03 |
| 5 | \$37,236.89 | \$3,335.86 | \$33,901.03 | \$0.00 |
| TOTAL | \$186,184.47 | \$44,448.47 | \$141,736.00 | |

3.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 3 | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 202,480.00 | \$ - | \$ 202,480.00 | \$ 202,480.00 | | |
| 1 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,734.33 | 109846.6434 | 101768.2776 |
| 2 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,606.78 | 108931.2584 | 93498.31567 |
| 3 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,488.62 | 108015.8734 | 85894.32703 |
| 4 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,379.14 | 107100.4883 | 78903.08507 |
| 5 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,277.72 | 106185.1033 | 72475.59015 |
| 6 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,183.75 | 105269.7183 | 66566.73569 |
| 7 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,096.69 | 104354.3332 | 61135.00058 |
| 8 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,016.04 | 103438.9482 | 56142.16578 |
| 9 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 941.32 | 102523.5632 | 51553.0532 |
| 10 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 872.09 | 101608.1781 | 47335.28512 |
| 11 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 807.96 | 100692.7931 | 43459.06257 |
| 12 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 748.54 | 99777.40806 | 39896.96113 |
| 13 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 693.49 | 98862.02302 | 36623.74287 |
| 14 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 642.49 | 97946.63799 | 33616.18304 |
| 15 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 595.24 | 97031.25296 | 30852.91048 |
| 16 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 551.46 | 96115.86792 | 28314.2606 |
| 17 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 510.91 | 95200.48289 | 25982.13994 |
| 18 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 473.33 | 94285.09786 | 23839.90144 |
| 19 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 438.52 | 93369.71282 | 21872.22958 |
| 20 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 406.27 | 92454.32779 | 20065.03453 |
| TOTAL | | | | \$ 220,944.68 | | 1019794.262 |
| LCOE | \$ 0.22 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 23,798.95 | \$ 23,600.63 | \$ 23,402.30 | \$ 23,203.98 | \$ 23,005.65 | \$ 22,807.33 | \$ 22,609.01 | \$ 22,410.68 | \$ 22,212.36 | \$ 22,014.04 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 23,798.95 | \$ 23,600.63 | \$ 23,402.30 | \$ 23,203.98 | \$ 23,005.65 | \$ 22,807.33 | \$ 22,609.01 | \$ 22,410.68 | \$ 22,212.36 | \$ 22,014.04 |
| ENERGIA | 0 | 109846.6434 | 108931.2584 | 108015.8734 | 107100.4883 | 106185.1033 | 105269.7183 | 104354.3332 | 103438.9482 | 102523.5632 | 101608.1781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 25,942.82 | \$ 23,651.08 | \$ 21,133.83 | \$ 18,368.88 | \$ 15,331.86 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 |
| O&M | 0 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$13,946.82 | \$11,635.08 | \$9,137.83 | \$6,372.88 | \$3,335.86 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -2,143.87 | \$ -50.45 | \$ 2,268.47 | \$ 4,835.10 | \$ 7,673.79 | \$ 10,811.33 | \$ 10,613.01 | \$ 10,414.68 | \$ 10,216.36 | \$ 10,018.04 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -2,143.87 | \$ -50.45 | \$ 2,268.47 | \$ 4,835.10 | \$ 7,673.79 | \$ 10,811.33 | \$ 10,613.01 | \$ 10,414.68 | \$ 10,216.36 | \$ 10,018.04 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ 202,480.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 141,736.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$23,290.07 | \$21,381.82 | \$28,099.07 | \$30,864.01 | \$33,901.03 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ -60,744.00 | \$ -15,309.95 | \$ -15,508.27 | \$ -15,706.59 | \$ -15,904.92 | \$ -16,103.24 | \$ 20,935.33 | \$ 20,737.01 | \$ 20,538.68 | \$ 20,340.36 | \$ 20,142.04 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -60,744.00 | \$ -76,053.95 | \$ -91,562.21 | \$ -107,268.81 | \$ -123,173.72 | \$ -139,276.96 | \$ -118,341.63 | \$ -97,604.63 | \$ -77,065.95 | \$ -56,725.59 | \$ -36,583.55 |

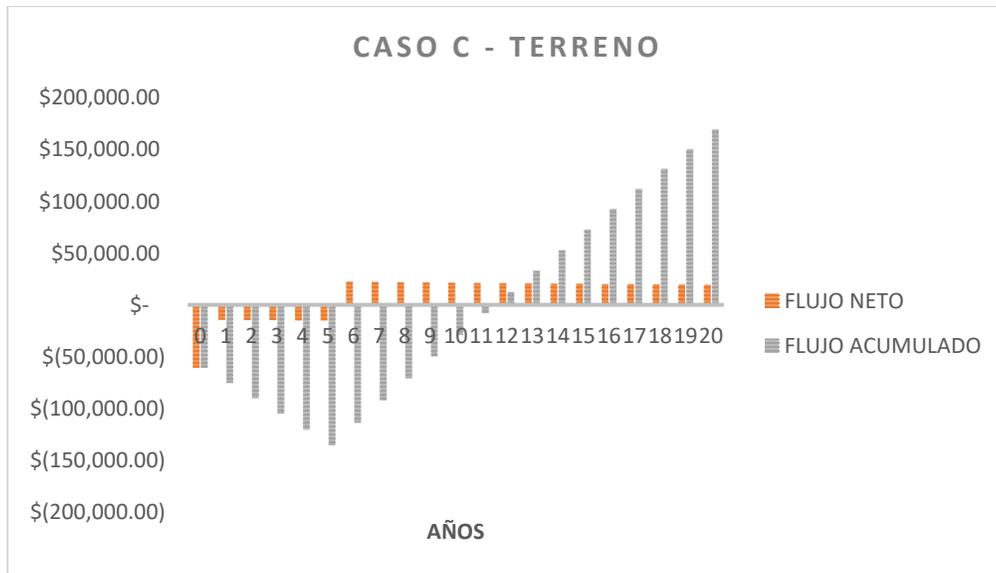
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 21,815.71 | \$ 21,617.39 | \$ 21,419.06 | \$ 21,220.74 | \$ 21,022.42 | \$ 20,824.09 | \$ 20,625.77 | \$ 20,427.44 | \$ 20,229.12 | \$ 20,030.80 |
| VENTA DE ENERGIA | 21815.71128 | 21617.39 | 21419.06 | 21220.74 | 21022.42 | 20824.09 | 20625.77 | 20427.44 | 20229.12 | 20030.80 |
| ENERGIA | 100692.7931 | 99777.40806 | 98862.02302 | 97946.63799 | 97031.25296 | 96115.86792 | 95200.48289 | 94285.09786 | 93369.71282 | 92454.32779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 |
| O&M | 1872 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 10124 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 9,819.71 | \$ 9,621.39 | \$ 9,423.06 | \$ 9,224.74 | \$ 9,026.42 | \$ 8,828.09 | \$ 8,629.77 | \$ 8,431.44 | \$ 8,233.12 | \$ 8,034.80 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 9,819.71 | \$ 9,621.39 | \$ 9,423.06 | \$ 9,224.74 | \$ 9,026.42 | \$ 8,828.09 | \$ 8,629.77 | \$ 8,431.44 | \$ 8,233.12 | \$ 8,034.80 |
| DEPRECIACION (+) | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 19,943.71 | \$ 19,745.39 | \$ 19,547.06 | \$ 19,348.74 | \$ 19,150.42 | \$ 18,952.09 | \$ 18,753.77 | \$ 18,555.44 | \$ 18,357.12 | \$ 18,158.80 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -16,639.84 | \$ 3,105.55 | \$ 22,652.61 | \$ 42,001.35 | \$ 61,151.77 | \$ 80,103.86 | \$ 98,857.63 | \$ 117,413.07 | \$ 135,770.19 | \$ 153,928.99 |



3.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-------------|
| VAN | \$-7,183.39 |
| TIR | 7% |

3.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



4. FINANCIAMIENTO 50% AL 10.21% DE INTERES ANUAL PARA 10 AÑOS, SECTOR SAUCAY-TERRENO

4.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10.21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10.21% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (kWp) | 104 |
| PLAZO | 10 |

4.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 4 | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 101,240.00 | 50% | 10.21% | 5.1050% |
| INVERSIONISTAS | \$ 101,240.00 | 50% | 3.50% | 1.7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 202,480.00 | 100% | CPPC | 6.86% |



4.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY TERRENO OPCIÓN 4 | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| MONTO | \$ 101,240.00 | INTERES | 10% | |
| | | PLAZO | 10 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$101,240.00 |
| 1 | \$16,625.27 | \$10,336.60 | \$6,288.67 | \$94,951.33 |
| 2 | \$16,625.27 | \$9,694.53 | \$6,930.74 | \$88,020.59 |
| 3 | \$16,625.27 | \$8,986.90 | \$7,638.37 | \$80,382.22 |
| 4 | \$16,625.27 | \$8,207.02 | \$8,418.25 | \$71,963.97 |
| 5 | \$16,625.27 | \$7,347.52 | \$9,277.75 | \$62,686.21 |
| 6 | \$16,625.27 | \$6,400.26 | \$10,225.01 | \$52,461.20 |
| 7 | \$16,625.27 | \$5,356.29 | \$11,268.98 | \$41,192.22 |
| 8 | \$16,625.27 | \$4,205.73 | \$12,419.55 | \$28,772.67 |
| 9 | \$16,625.27 | \$2,937.69 | \$13,687.58 | \$15,085.09 |
| 10 | \$16,625.27 | \$1,540.19 | \$15,085.09 | \$0.00 |
| TOTAL | \$166,252.74 | \$65,012.74 | \$101,240.00 | |

4.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 4 | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|-------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | ENERGIA (kW.h) | | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 202,480.00 | \$ - | \$ 202,480.00 | \$ 202,480.00 | | |
| 1 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,751.91 | 109846.6434 | 102799.7225 |
| 2 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,639.52 | 108931.2584 | 95403.17395 |
| 3 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,534.34 | 108015.8734 | 88532.56267 |
| 4 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,435.91 | 107100.4883 | 82150.84906 |
| 5 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,343.79 | 106185.1033 | 76223.58143 |
| 6 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,257.58 | 105269.7183 | 70718.71631 |
| 7 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,176.91 | 104354.3332 | 65606.45128 |
| 8 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,101.41 | 103438.9482 | 60859.06931 |
| 9 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,030.75 | 102523.5632 | 56450.79385 |
| 10 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 964.62 | 101608.1781 | 52357.65389 |
| 11 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 902.74 | 100692.7931 | 48557.35843 |
| 12 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 844.83 | 99777.40806 | 45029.17957 |
| 13 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 790.63 | 98862.02302 | 41753.84367 |
| 14 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 739.91 | 97946.63799 | 38713.43009 |
| 15 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 692.44 | 97031.25296 | 35891.27692 |
| 16 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 648.02 | 96115.86792 | 33271.89322 |
| 17 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 606.45 | 95200.48289 | 30840.87735 |
| 18 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 567.54 | 94285.09786 | 28584.84098 |
| 19 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 531.13 | 93369.71282 | 26491.3383 |
| 20 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 497.06 | 92454.32779 | 24548.80026 |
| TOTAL | | | | \$ 222,537.48 | | 1104785.413 |
| LCOE | \$ 0.20 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CASH | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 22,126.46 | \$ 21,942.08 | \$ 21,757.69 | \$ 21,573.30 | \$ 21,388.92 | \$ 21,204.53 | \$ 21,020.15 | \$ 20,835.76 | \$ 20,651.37 | \$ 20,466.99 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 22,126.46 | \$ 21,942.08 | \$ 21,757.69 | \$ 21,573.30 | \$ 21,388.92 | \$ 21,204.53 | \$ 21,020.15 | \$ 20,835.76 | \$ 20,651.37 | \$ 20,466.99 |
| ENERGIA | 0 | 109846.6434 | 108931.2584 | 108015.8734 | 107100.4883 | 106185.1033 | 105269.7183 | 104354.3332 | 103438.9482 | 102523.5632 | 101608.1781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 22,332.60 | \$ 21,690.53 | \$ 20,982.90 | \$ 20,203.02 | \$ 19,343.52 | \$ 18,396.26 | \$ 17,352.29 | \$ 16,201.73 | \$ 14,933.69 | \$ 13,536.19 |
| O&M | 0 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$10,336.60 | \$9,694.53 | \$8,986.50 | \$8,207.02 | \$7,347.52 | \$6,400.26 | \$5,336.29 | \$4,203.73 | \$2,937.69 | \$1,540.19 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -206.14 | \$ 251.55 | \$ 774.79 | \$ 1,370.28 | \$ 2,045.40 | \$ 2,808.27 | \$ 3,667.86 | \$ 4,634.03 | \$ 5,717.68 | \$ 6,930.80 |
| 13% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -206.14 | \$ 251.55 | \$ 774.79 | \$ 1,370.28 | \$ 2,045.40 | \$ 2,808.27 | \$ 3,667.86 | \$ 4,634.03 | \$ 5,717.68 | \$ 6,930.80 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ 202,480.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 101,240.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$6,288.67 | \$6,930.74 | \$7,638.37 | \$8,418.23 | \$9,277.73 | \$10,225.01 | \$11,268.98 | \$12,419.33 | \$13,687.38 | \$15,083.08 |
| FLUJO NETO | \$ -101,240.00 | \$ 3,629.19 | \$ 3,444.80 | \$ 3,260.42 | \$ 3,076.03 | \$ 2,891.64 | \$ 2,707.26 | \$ 2,522.87 | \$ 2,338.49 | \$ 2,154.10 | \$ 1,969.71 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -101,240.00 | \$ -97,610.81 | \$ -94,166.01 | \$ -90,905.39 | \$ -87,829.36 | \$ -84,937.91 | \$ -82,230.63 | \$ -79,707.78 | \$ -77,369.30 | \$ -75,213.20 | \$ -73,243.49 |

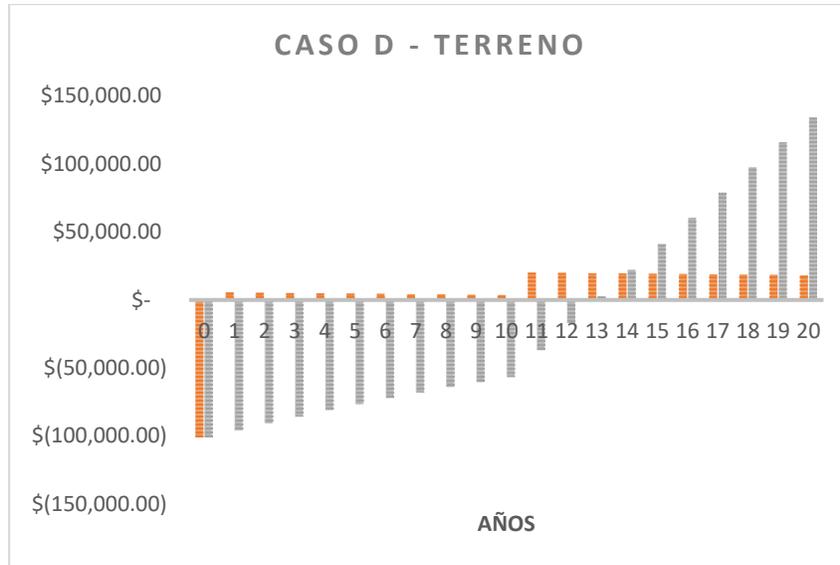
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 20,282.60 | \$ 20,098.21 | \$ 19,913.83 | \$ 19,729.44 | \$ 19,545.05 | \$ 19,360.67 | \$ 19,176.28 | \$ 18,991.89 | \$ 18,807.51 | \$ 18,623.12 |
| VENTA DE ENERGIA | 20282.59941 | 20,098.21 | 19,913.83 | 19,729.44 | 19,545.05 | 19,360.67 | 19,176.28 | 18,991.89 | 18,807.51 | 18,623.12 |
| ENERGIA | 100692.7931 | 99777.40806 | 98862.02302 | 97946.63799 | 97031.25296 | 96115.86792 | 95200.48289 | 94285.09786 | 93369.71282 | 92454.32779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 |
| O&M | 1872 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 10124 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 8,286.60 | \$ 8,102.21 | \$ 7,917.83 | \$ 7,733.44 | \$ 7,549.05 | \$ 7,364.67 | \$ 7,180.28 | \$ 6,995.89 | \$ 6,811.51 | \$ 6,627.12 |
| 13% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 8,286.60 | \$ 8,102.21 | \$ 7,917.83 | \$ 7,733.44 | \$ 7,549.05 | \$ 7,364.67 | \$ 7,180.28 | \$ 6,995.89 | \$ 6,811.51 | \$ 6,627.12 |
| DEPRECIACION (+) | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 18,410.60 | \$ 18,226.21 | \$ 18,041.83 | \$ 17,857.44 | \$ 17,673.05 | \$ 17,488.67 | \$ 17,304.28 | \$ 17,119.89 | \$ 16,935.51 | \$ 16,751.12 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -34,834.89 | \$ -36,608.67 | \$ -18,366.83 | \$ -709.41 | \$ 16,963.63 | \$ 34,432.31 | \$ 51,736.59 | \$ 68,876.48 | \$ 85,812.00 | \$ 102,363.12 |



4.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------------|
| VAN | \$-16,315.66 |
| TIR | 5% |

4.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



5. FINANCIAMIENTO 70% AL 10.21 % DE INTERES ANUAL PARA 10 AÑOS, SECTOR SAUCAY-TERRENO

5.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3.50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10.21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (kWp) | 104 |
| PLAZO | 10 |

5.2 Determinación de CPPC

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 5 | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 141,736.00 | 70% | 10.21% | 7.1470% |
| INVERSIONISTAS | \$ 60,744.00 | 30% | 3.50% | 1.0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 202,480.00 | 100% | CPPC | 8.20% |



5.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SAUCAY TERRENO OPCIÓN 5 | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| monto | \$ 141,736.00 | interes | 10% | |
| | | plazo | 10 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$141,736.00 |
| 1 | \$23,275.38 | \$14,471.25 | \$8,804.14 | \$132,931.86 |
| 2 | \$23,275.38 | \$13,572.34 | \$9,703.04 | \$123,228.82 |
| 3 | \$23,275.38 | \$12,581.66 | \$10,693.72 | \$112,535.10 |
| 4 | \$23,275.38 | \$11,489.83 | \$11,785.55 | \$100,749.55 |
| 5 | \$23,275.38 | \$10,286.53 | \$12,988.85 | \$87,760.70 |
| 6 | \$23,275.38 | \$8,960.37 | \$14,315.02 | \$73,445.68 |
| 7 | \$23,275.38 | \$7,498.80 | \$15,776.58 | \$57,669.11 |
| 8 | \$23,275.38 | \$5,888.02 | \$17,387.37 | \$40,281.74 |
| 9 | \$23,275.38 | \$4,112.77 | \$19,162.62 | \$21,119.12 |
| 10 | \$23,275.38 | \$2,156.26 | \$21,119.12 | \$0.00 |
| TOTAL | \$232,753.83 | \$91,017.83 | \$141,736.00 | |

5.4 Determinación de LCOE

| SAUCAY TERRENO OPCIÓN 5 | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (kw.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 202,480.00 | \$ - | \$ 202,480.00 | \$ 202,480.00 | | |
| 1 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,730.18 | 109846.6434 | 101524.6665 |
| 2 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,599.10 | 108931.2584 | 93051.22232 |
| 3 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,477.95 | 108015.8734 | 85278.96562 |
| 4 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,365.98 | 107100.4883 | 78150.28647 |
| 5 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,262.50 | 106185.1033 | 71612.2795 |
| 6 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,166.85 | 105269.7183 | 65616.36165 |
| 7 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,078.45 | 104354.3332 | 60117.92099 |
| 8 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 996.75 | 103438.9482 | 55075.99381 |
| 9 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 921.23 | 102523.5632 | 50452.96793 |
| 10 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 851.44 | 101608.1781 | 46214.30994 |
| 11 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 786.93 | 100692.7931 | 42328.31466 |
| 12 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 727.32 | 99777.40806 | 38765.87473 |
| 13 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 672.21 | 98862.02302 | 35500.26901 |
| 14 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 621.29 | 97946.63799 | 32506.9681 |
| 15 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 574.22 | 97031.25296 | 29763.45557 |
| 16 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 530.72 | 96115.86792 | 27249.06377 |
| 17 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 490.51 | 95200.48289 | 24944.82293 |
| 18 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 453.35 | 94285.09786 | 22833.32252 |
| 19 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 419.00 | 93369.71282 | 20898.58389 |
| 20 | | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 387.26 | 92454.32779 | 19125.94321 |
| TOTAL | | | | \$ 220,593.22 | | 1001011.593 |
| LCOE | \$ 0.22 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 24,206.94 | \$ 24,005.21 | \$ 23,803.49 | \$ 23,601.77 | \$ 23,400.04 | \$ 23,198.32 | \$ 22,996.60 | \$ 22,794.87 | \$ 22,593.15 | \$ 22,391.42 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 24,206.94 | \$ 24,005.21 | \$ 23,803.49 | \$ 23,601.77 | \$ 23,400.04 | \$ 23,198.32 | \$ 22,996.60 | \$ 22,794.87 | \$ 22,593.15 | \$ 22,391.42 |
| ENERGIA | 0 | 109846.6434 | 108931.2384 | 108015.8734 | 107100.4883 | 106185.1033 | 105269.7183 | 104354.3332 | 103438.9482 | 102523.5632 | 101608.1781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 26,467.25 | \$ 25,568.34 | \$ 24,577.66 | \$ 23,485.83 | \$ 22,282.53 | \$ 20,956.37 | \$ 19,494.80 | \$ 17,884.02 | \$ 16,108.77 | \$ 14,152.26 |
| O&M | 0 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$14,471.23 | \$13,572.34 | \$12,581.66 | \$11,489.83 | \$10,286.33 | \$8,960.37 | \$7,498.80 | \$5,888.02 | \$4,112.77 | \$2,156.26 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -2,260.31 | \$ -1,563.13 | \$ -774.17 | \$ 115.93 | \$ 1,117.51 | \$ 2,241.95 | \$ 3,501.79 | \$ 4,910.86 | \$ 6,484.38 | \$ 8,239.16 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -2,260.31 | \$ -1,563.13 | \$ -774.17 | \$ 115.93 | \$ 1,117.51 | \$ 2,241.95 | \$ 3,501.79 | \$ 4,910.86 | \$ 6,484.38 | \$ 8,239.16 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ 202,480.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 141,736.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$8,804.14 | \$9,703.04 | \$10,693.72 | \$11,783.55 | \$12,988.87 | \$14,315.02 | \$15,776.58 | \$17,387.37 | \$19,162.62 | \$21,119.12 |
| FLUJO NETO | \$ -60,744.00 | \$ -940.45 | \$ -1,142.17 | \$ -1,343.89 | \$ -1,545.62 | \$ -1,747.34 | \$ -1,949.06 | \$ -2,150.79 | \$ -2,352.51 | \$ -2,554.23 | \$ -2,755.96 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -60,744.00 | \$ -61,684.45 | \$ -62,826.61 | \$ -64,170.51 | \$ -65,716.12 | \$ -67,463.46 | \$ -69,412.53 | \$ -71,563.31 | \$ -73,915.82 | \$ -76,470.06 | \$ -79,226.02 |

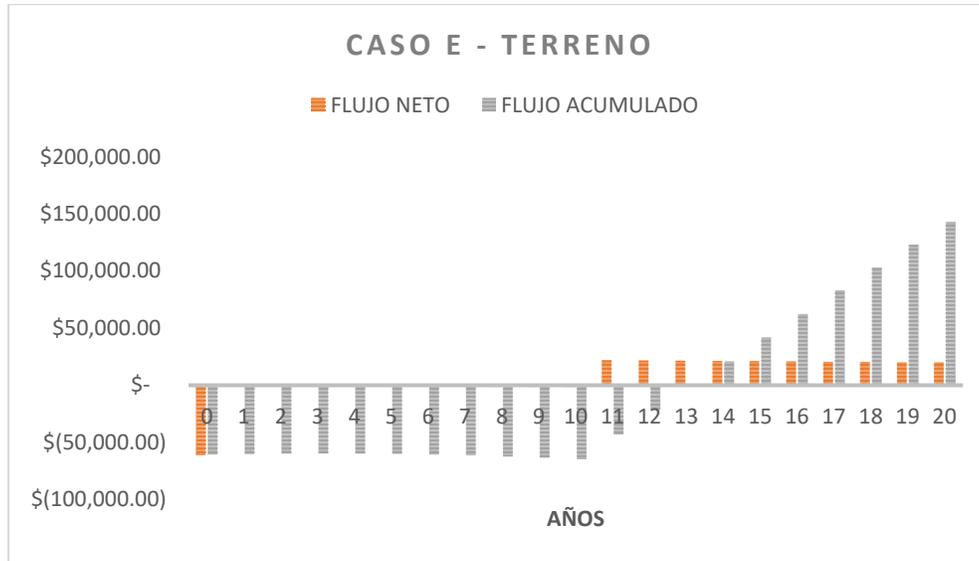
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| INGRESOS | \$ 22,189.70 | \$ 21,987.98 | \$ 21,786.25 | \$ 21,584.53 | \$ 21,382.81 | \$ 21,181.08 | \$ 20,979.36 | \$ 20,777.64 | \$ 20,575.91 | \$ 20,374.19 |
| VENTA DE ENERGIA | 22189.70101 | 21987.98 | 21786.25 | 21584.53 | 21382.81 | 21181.08 | 20979.36 | 20777.64 | 20575.91 | 20374.19 |
| ENERGIA | 100692.7931 | 99777.40806 | 98862.02302 | 97946.63799 | 97031.25296 | 96115.86792 | 95200.48289 | 94285.09786 | 93369.71282 | 92454.32779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 | \$ 11,996.00 |
| O&M | 1872 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 | \$ 1,872.00 |
| DEPRECIACION (-) | 10124 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 | \$ 10,124.00 |
| INTERES | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 10,193.70 | \$ 9,991.98 | \$ 9,790.25 | \$ 9,588.53 | \$ 9,386.81 | \$ 9,185.08 | \$ 8,983.36 | \$ 8,781.64 | \$ 8,579.91 | \$ 8,378.19 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 10,193.70 | \$ 9,991.98 | \$ 9,790.25 | \$ 9,588.53 | \$ 9,386.81 | \$ 9,185.08 | \$ 8,983.36 | \$ 8,781.64 | \$ 8,579.91 | \$ 8,378.19 |
| DEPRECIACION (+) | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 | 10124 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 | \$0.00 |
| FLUJO NETO | \$ 20,317.70 | \$ 20,115.98 | \$ 19,914.25 | \$ 19,712.53 | \$ 19,510.81 | \$ 19,309.08 | \$ 19,107.36 | \$ 18,905.64 | \$ 18,703.91 | \$ 18,502.19 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -38,908.32 | \$ -38,792.34 | \$ -18,878.09 | \$ 834.44 | \$ 20,345.23 | \$ 39,634.33 | \$ 58,761.69 | \$ 77,667.33 | \$ 96,371.24 | \$ 114,873.43 |



5.6 Análisis Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|---------------------|
| VAN | \$-13,065.42 |
| TIR | 7% |

5.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado





Anexo 16. Análisis económico sector LABRADO

1. FINANCIAMIENTO PROPIO LABRADO

1.1 Variables de entrada

| | |
|---------------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9,84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 9,84% |
| % FINANCIAMIENTO | 0% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 10 |

1.2 Determinación de CPPC

| SECTOR LABRADO - OPCIÓN 1 | | | | |
|---------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ - | 0% | 9,84% | 0,0000% |
| INVERSIONISTAS | \$ 18.700,00 | 100% | 3,50% | 3,5000% |
| INVERSION TOTAL | \$ 18.700,00 | 100% | CPPC | 3,50% |

1.3 Determinación de LCOE

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 1 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | Inversion | EGRESOS | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 18.700,00 | \$ - | \$ 18.700,0 | \$ 18.700,0 | | |
| 1 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 173,9 | 10498,85 | 10143,82 |
| 2 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 168,0 | 10411,36 | 9719,12 |
| 3 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 162,3 | 10323,87 | 9311,54 |
| 4 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 156,9 | 10236,38 | 8920,41 |
| 5 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 151,6 | 10148,89 | 8545,09 |
| 6 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 146,4 | 10061,40 | 8184,96 |
| 7 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 141,5 | 9973,91 | 7839,40 |
| 8 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 136,7 | 9886,42 | 7507,86 |
| 9 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 132,1 | 9798,93 | 7189,78 |
| 10 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 127,6 | 9711,44 | 6884,62 |
| 11 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 123,3 | 9623,95 | 6591,88 |
| 12 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 119,1 | 9536,46 | 6311,07 |
| 13 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 115,1 | 9448,97 | 6041,71 |
| 14 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 111,2 | 9361,48 | 5783,35 |
| 15 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 107,4 | 9273,99 | 5535,56 |
| 16 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 103,8 | 9186,50 | 5297,91 |
| 17 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 100,3 | 9099,01 | 5070,00 |
| 18 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 96,9 | 9011,52 | 4851,45 |
| 19 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 93,6 | 8924,03 | 4641,88 |
| 20 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 90,5 | 8836,54 | 4440,94 |
| TOTAL | | | | \$ 21.258,23 | | 138812,37 |
| LCOE | \$ 0,15 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA - SECTOR LABRADO - OPCIÓN 1 | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Periodo (Año) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 1.608 | \$ 1.594 | \$ 1.581 | \$ 1.568 | \$ 1.554 | \$ 1.541 | \$ 1.527 | \$ 1.514 | \$ 1.501 | \$ 1.487 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ - | \$ 1.608 | \$ 1.594 | \$ 1.581 | \$ 1.568 | \$ 1.554 | \$ 1.541 | \$ 1.527 | \$ 1.514 | \$ 1.501 | \$ 1.487 |
| ENERGIA | 0 | 10498,85107 | 10411,36099 | 10323,87091 | 10236,38084 | 10148,89076 | 10061,40069 | 9973,910612 | 9886,420537 | 9798,930461 | 9711,440386 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 |
| O&M | \$ - | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 |
| DEPRECIACION (-) | \$ - | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ 493 | \$ 479 | \$ 466 | \$ 453 | \$ 439 | \$ 426 | \$ 412 | \$ 399 | \$ 386 | \$ 372 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ 493 | \$ 479 | \$ 466 | \$ 453 | \$ 439 | \$ 426 | \$ 412 | \$ 399 | \$ 386 | \$ 372 |
| DEPRECIACION (+) | \$ - | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 |
| INVERSION | \$ 18.700 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ -18.700 | \$ 1.428 | \$ 1.414 | \$ 1.401 | \$ 1.388 | \$ 1.374 | \$ 1.361 | \$ 1.347 | \$ 1.334 | \$ 1.321 | \$ 1.307 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -18.700 | \$ -17.272 | \$ -15.858 | \$ -14.457 | \$ -13.069 | \$ -11.695 | \$ -10.334 | \$ -8.987 | \$ -7.653 | \$ -6.332 | \$ -5.025 |

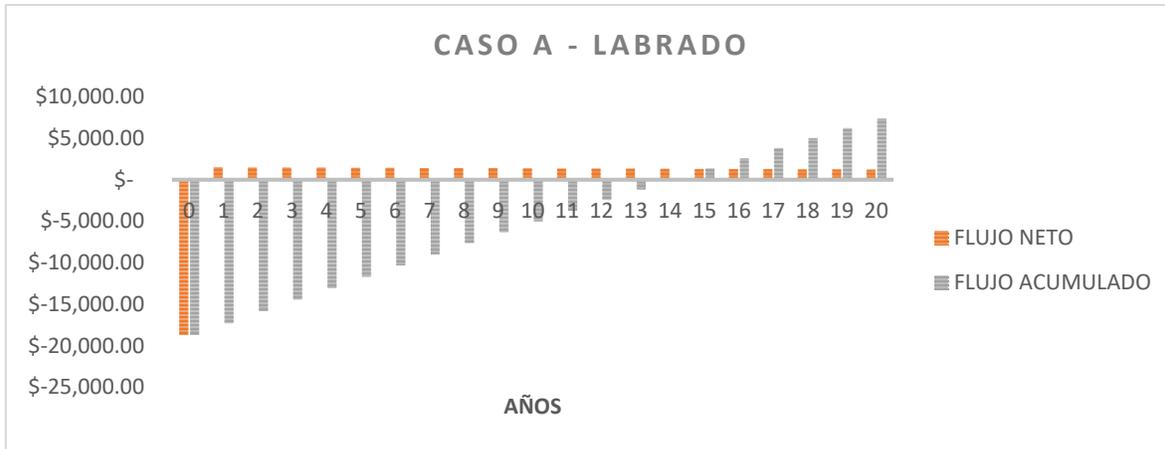
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| INGRESOS | \$ 1.474 | \$ 1.460 | \$ 1.447 | \$ 1.434 | \$ 1.420 | \$ 1.407 | \$ 1.393 | \$ 1.380 | \$ 1.367 | \$ 1.353 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ 1.474 | \$ 1.460 | \$ 1.447 | \$ 1.434 | \$ 1.420 | \$ 1.407 | \$ 1.393 | \$ 1.380 | \$ 1.367 | \$ 1.353 |
| ENERGIA | 9623,95 | 9536,46 | 9448,97 | 9361,48 | 9273,99 | 9186,50 | 9099,01 | 9011,52 | 8924,03 | 8836,54 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 | \$ 1.115 |
| O&M | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 |
| DEPRECIACION (-) | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 359 | \$ 345 | \$ 332 | \$ 319 | \$ 305 | \$ 292 | \$ 278 | \$ 265 | \$ 252 | \$ 238 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 359 | \$ 345 | \$ 332 | \$ 319 | \$ 305 | \$ 292 | \$ 278 | \$ 265 | \$ 252 | \$ 238 |
| DEPRECIACION (+) | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 | \$ 935 |
| INVERSION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ 1.294 | \$ 1.280 | \$ 1.267 | \$ 1.254 | \$ 1.240 | \$ 1.227 | \$ 1.213 | \$ 1.200 | \$ 1.187 | \$ 1.173 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -3.731 | \$ -2.450 | \$ -1.183 | \$ 70 | \$ 1.311 | \$ 2.537 | \$ 3.751 | \$ 4.951 | \$ 6.138 | \$ 7.311 |



1.5 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------|
| VAN | \$0,00 |
| TIR | 3,5% |

1.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



2. FINANCIAMIENTO 50% AL 9.84% DE INTERES ANNUAL PARA 5 AÑOS, SECTOR LABRADO

2.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9,84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 9,84% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 5 |

2.2 Determinación de CPPC

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 2 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 9.350,00 | 50% | 9,84% | 4,9200% |
| INVERSIONISTAS | \$ 9.350,00 | 50% | 3,50% | 1,7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 18.700,00 | 100% | CPPC | 6,67% |



2.3 Determinación de LCOE

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 2 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 18.700,00 | \$ - | \$ 18.700,00 | \$ 18.700,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 168,74 | 10498,9 | 9842,4 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 158,19 | 10411,4 | 9150,0 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 148,30 | 10323,9 | 8505,8 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 139,03 | 10236,4 | 7906,4 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 130,33 | 10148,9 | 7348,6 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 122,19 | 10061,4 | 6829,7 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 114,55 | 9973,9 | 6347,0 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 107,38 | 9886,4 | 5897,9 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 100,67 | 9798,9 | 5480,2 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 94,37 | 9711,4 | 5091,7 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 88,47 | 9624,0 | 4730,3 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 82,94 | 9536,5 | 4394,2 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 77,75 | 9449,0 | 4081,6 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 72,89 | 9361,5 | 3791,0 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 68,33 | 9274,0 | 3520,7 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 64,06 | 9186,5 | 3269,4 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 60,06 | 9099,0 | 3035,8 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 56,30 | 9011,5 | 2818,6 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 52,78 | 8924,0 | 2616,7 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 49,48 | 8836,5 | 2429,0 |
| TOTAL | | | | \$ 20.656,83 | | 107087,3 |
| LCOE | \$ 0,19 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR LABRADO- OPCION 2 | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.025,20 | \$ 2.008,32 | \$ 1.991,44 | \$ 1.974,57 | \$ 1.957,69 | \$ 1.940,81 | \$ 1.923,94 | \$ 1.907,06 | \$ 1.890,18 | \$ 1.873,31 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | 2.025,20 | 2.008,32 | 1.991,44 | 1.974,57 | 1.957,69 | 1.940,81 | 1.923,94 | 1.907,06 | 1.890,18 | 1.873,31 |
| ENERGIA kW.h | 0 | 10498,85107 | 10411,36099 | 10323,87091 | 10236,38084 | 10148,89076 | 10061,40069 | 9973,910612 | 9886,420537 | 9798,930461 | 9711,440386 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.035,04 | \$ 1.883,86 | \$ 1.717,80 | \$ 1.535,40 | \$ 1.335,06 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 |
| O&M | 0 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$920,04 | \$768,86 | \$602,80 | \$420,40 | \$220,06 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -9,84 | \$ 124,46 | \$ 273,64 | \$ 439,16 | \$ 622,63 | \$ 825,81 | \$ 808,94 | \$ 792,06 | \$ 775,18 | \$ 758,31 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -9,84 | \$ 124,46 | \$ 273,64 | \$ 439,16 | \$ 622,63 | \$ 825,81 | \$ 808,94 | \$ 792,06 | \$ 775,18 | \$ 758,31 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ 18.700,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 9.350,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$1.536,39 | \$1.687,57 | \$1.853,63 | \$2.036,03 | \$2.236,37 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ -9.350,00 | \$ -611,24 | \$ -628,11 | \$ -644,99 | \$ -661,87 | \$ -678,74 | \$ -1.760,81 | \$ -1.743,94 | \$ -1.727,06 | \$ -1.710,18 | \$ -1.693,31 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -9.350,00 | \$ -9.961,24 | \$ -10.589,35 | \$ -11.234,34 | \$ -11.896,20 | \$ -12.574,94 | \$ -10.814,13 | \$ -9.070,19 | \$ -7.343,13 | \$ -5.632,95 | \$ -3.939,64 |

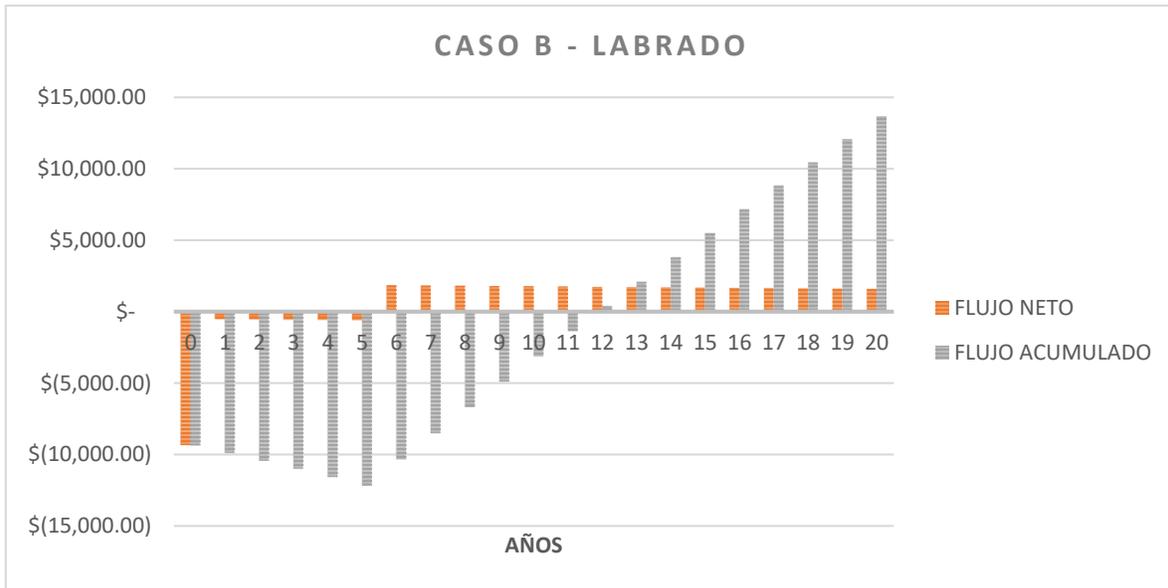
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 1.856,43 | \$ 1.839,55 | \$ 1.822,68 | \$ 1.805,80 | \$ 1.788,93 | \$ 1.772,05 | \$ 1.755,17 | \$ 1.738,30 | \$ 1.721,42 | \$ 1.704,54 |
| VENTA DE ENERGIA | 1856,431506 | 1.839,55 | 1.822,68 | 1.805,80 | 1.788,93 | 1.772,05 | 1.755,17 | 1.738,30 | 1.721,42 | 1.704,54 |
| ENERGIA | 9623,95031 | 9536,460234 | 9448,970159 | 9361,480083 | 9273,990008 | 9186,499932 | 9099,009856 | 9011,519781 | 8924,029705 | 8836,53963 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 |
| O&M | 180 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 935 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 | 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 741,43 | \$ 724,55 | \$ 707,68 | \$ 690,80 | \$ 673,93 | \$ 657,05 | \$ 640,17 | \$ 623,30 | \$ 606,42 | \$ 589,54 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 741,43 | \$ 724,55 | \$ 707,68 | \$ 690,80 | \$ 673,93 | \$ 657,05 | \$ 640,17 | \$ 623,30 | \$ 606,42 | \$ 589,54 |
| DEPRECIACION (+) | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.676,43 | \$ 1.659,55 | \$ 1.642,68 | \$ 1.625,80 | \$ 1.608,93 | \$ 1.592,05 | \$ 1.575,17 | \$ 1.558,30 | \$ 1.541,42 | \$ 1.524,54 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -2.263,21 | \$ -603,65 | \$ 1.039,03 | \$ 2.664,83 | \$ 4.273,75 | \$ 5.865,80 | \$ 7.440,98 | \$ 8.999,27 | \$ 10.540,69 | \$ 12.065,23 |



2.5 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-----------|
| VAN | \$-811,48 |
| TIR | 6% |

2.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



3. FINANCIAMIENTO 70% AL 9.84% DE INTERES ANUAL PARA 5 AÑOS, SECTOR LABRADO

3.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9,84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 5 |

3.2 Determinación de CPPC

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 3 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 13.090,00 | 70% | 9,84% | 6,8880% |
| INVERSIONISTAS | \$ 5.610,00 | 30% | 3,50% | 1,0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 18.700,00 | 100% | CPPC | 7,94% |



3.3 Determinación de LCOE

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 3 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 18.700,00 | \$ - | \$ 18.700,00 | \$ 18.700,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 166,76 | 10498,85 | 9726,742265 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 154,50 | 10411,36 | 8936,321225 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 143,14 | 10323,87 | 8209,552142 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 132,61 | 10236,38 | 7541,347764 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 122,86 | 10148,89 | 6927,024833 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 113,82 | 10061,40 | 6362,272183 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 105,45 | 9973,91 | 5843,121336 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 97,70 | 9886,42 | 5365,919419 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 90,51 | 9798,93 | 4927,3042 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 83,85 | 9711,44 | 4524,181105 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 77,69 | 9623,95 | 4153,702026 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 71,97 | 9536,46 | 3813,245811 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 66,68 | 9448,97 | 3500,400284 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 61,78 | 9361,48 | 3212,945686 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 57,23 | 9273,99 | 2948,839418 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 53,03 | 9186,50 | 2706,20199 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 49,13 | 9099,01 | 2483,304078 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 45,51 | 9011,52 | 2278,5546 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 42,17 | 8924,03 | 2090,489738 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 39,06 | 8836,54 | 1917,762824 |
| TOTAL | | | | \$ 20.475,45 | | 97469,23293 |
| LCOE | \$ 0,21 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR LABRADO OPCIÓN 3 | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.205,50 | \$ 2.187,12 | \$ 2.168,74 | \$ 2.150,37 | \$ 2.131,99 | \$ 2.113,61 | \$ 2.095,23 | \$ 2.076,85 | \$ 2.058,47 | \$ 2.040,09 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.205,50 | \$ 2.187,12 | \$ 2.168,74 | \$ 2.150,37 | \$ 2.131,99 | \$ 2.113,61 | \$ 2.095,23 | \$ 2.076,85 | \$ 2.058,47 | \$ 2.040,09 |
| ENERGIA | 0 | 10498,85107 | 10411,36099 | 10323,87091 | 10236,38084 | 10148,89076 | 10061,40069 | 9973,910612 | 9886,420537 | 9798,930461 | 9711,440386 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.403,06 | \$ 2.191,40 | \$ 1.958,92 | \$ 1.703,57 | \$ 1.423,08 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$1.288,06 | \$1.076,40 | \$843,92 | \$588,57 | \$308,08 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -197,55 | \$ -4,28 | \$ 209,82 | \$ 446,80 | \$ 708,90 | \$ 998,61 | \$ 980,23 | \$ 961,85 | \$ 943,47 | \$ 925,09 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -197,55 | \$ -4,28 | \$ 209,82 | \$ 446,80 | \$ 708,90 | \$ 998,61 | \$ 980,23 | \$ 961,85 | \$ 943,47 | \$ 925,09 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ 18.700,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 13.090,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$2.150,95 | \$2.362,60 | \$2.595,08 | \$2.850,44 | \$3.130,92 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ -5.610,00 | \$ -1.413,50 | \$ -1.431,88 | \$ -1.450,26 | \$ -1.468,64 | \$ -1.487,02 | \$ 1.933,61 | \$ 1.915,23 | \$ 1.896,85 | \$ 1.878,47 | \$ 1.860,09 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -5.610,00 | \$ -7.023,50 | \$ -8.455,38 | \$ -9.905,65 | \$ -11.374,29 | \$ -12.861,31 | \$ -10.927,70 | \$ -9.012,47 | \$ -7.115,62 | \$ -5.237,15 | \$ -3.377,06 |

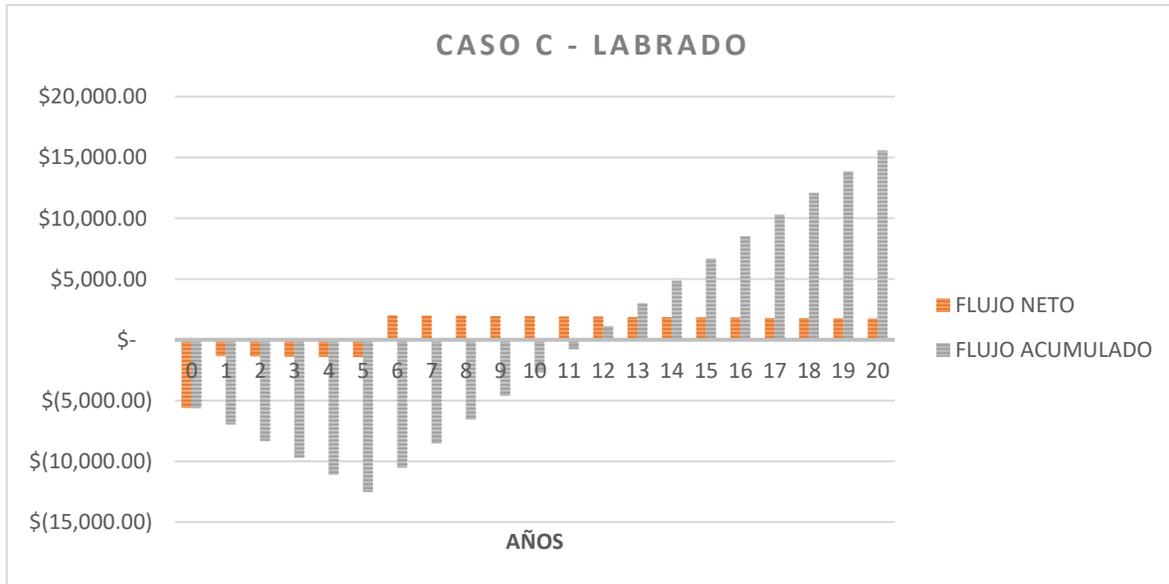
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 2.021,71 | \$ 2.003,33 | \$ 1.984,95 | \$ 1.966,57 | \$ 1.948,20 | \$ 1.929,82 | \$ 1.911,44 | \$ 1.893,06 | \$ 1.874,68 | \$ 1.856,30 |
| VENTA DE ENERGIA | 2021,711977 | 2.003,33 | 1.984,95 | 1.966,57 | 1.948,20 | 1.929,82 | 1.911,44 | 1.893,06 | 1.874,68 | 1.856,30 |
| ENERGIA | 9623,95031 | 9536,460234 | 9448,970159 | 9361,480083 | 9273,990008 | 9186,499932 | 9099,009856 | 9011,519781 | 8924,029705 | 8836,53963 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 |
| O&M | 180 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 935 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 906,71 | \$ 888,33 | \$ 869,95 | \$ 851,57 | \$ 833,20 | \$ 814,82 | \$ 796,44 | \$ 778,06 | \$ 759,68 | \$ 741,30 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 906,71 | \$ 888,33 | \$ 869,95 | \$ 851,57 | \$ 833,20 | \$ 814,82 | \$ 796,44 | \$ 778,06 | \$ 759,68 | \$ 741,30 |
| DEPRECIACION (+) | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.841,71 | \$ 1.823,33 | \$ 1.804,95 | \$ 1.786,57 | \$ 1.768,20 | \$ 1.749,82 | \$ 1.731,44 | \$ 1.713,06 | \$ 1.694,68 | \$ 1.676,30 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -1.535,35 | \$ 287,99 | \$ 2.092,94 | \$ 3.879,51 | \$ 5.647,71 | \$ 7.397,53 | \$ 9.128,96 | \$ 10.842,02 | \$ 12.536,70 | \$ 14.213,00 |



3.5 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-----------|
| VAN | \$-663,42 |
| TIR | 7% |

3.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



4. FINANCIAMIENTO 50% AL 10.21% DE INTERES ANUAL PARA 10 AÑOS, SECTOR LABRADO

4.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10,21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10,21% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 10 |

4.2 Determinación de CPPC

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 4 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 9.350,00 | 50% | 10,21% | 5,1050% |
| INVERSIONISTAS | \$ 9.350,00 | 50% | 3,50% | 1,7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 18.700,00 | 100% | CPPC | 6,86% |



4.3 Determinación de LCOE

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 4 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 18.700,00 | \$ - | \$ 18.700,00 | \$ 18.700,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 168,45 | 10498,85 | 9825,325035 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 157,65 | 10411,36 | 9118,382531 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 147,53 | 10323,87 | 8461,707713 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 138,07 | 10236,38 | 7851,760439 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 129,21 | 10148,89 | 7285,247907 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 120,92 | 10061,40 | 6759,107487 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 113,16 | 9973,91 | 6270,490744 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 105,90 | 9886,42 | 5816,748558 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 99,11 | 9798,93 | 5395,417271 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 92,75 | 9711,44 | 5004,205802 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 86,80 | 9623,95 | 4640,983633 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 81,23 | 9536,46 | 4303,769648 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 76,02 | 9448,97 | 3990,721722 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 71,15 | 9361,48 | 3700,12705 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 66,58 | 9273,99 | 3430,39313 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 62,31 | 9186,50 | 3180,039378 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 58,31 | 9099,01 | 2947,689324 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 54,57 | 9011,52 | 2732,063346 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 51,07 | 8924,03 | 2531,971908 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 47,79 | 8836,54 | 2346,30927 |
| TOTAL | | | | \$ 20.628,60 | | 105592,4619 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR LABRADO OPCIÓN 4 | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.051,06 | \$ 2.033,97 | \$ 2.016,88 | \$ 1.999,79 | \$ 1.982,69 | \$ 1.965,60 | \$ 1.948,51 | \$ 1.931,42 | \$ 1.914,32 | \$ 1.897,23 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.051,06 | \$ 2.033,97 | \$ 2.016,88 | \$ 1.999,79 | \$ 1.982,69 | \$ 1.965,60 | \$ 1.948,51 | \$ 1.931,42 | \$ 1.914,32 | \$ 1.897,23 |
| ENERGIA | 0 | 10498,85107 | 10411,36099 | 10323,87091 | 10236,38084 | 10148,89076 | 10061,40069 | 9973,910612 | 9886,420537 | 9798,930461 | 9711,440386 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.069,64 | \$ 2.010,34 | \$ 1.944,98 | \$ 1.872,96 | \$ 1.793,58 | \$ 1.706,09 | \$ 1.609,68 | \$ 1.503,42 | \$ 1.386,31 | \$ 1.257,24 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$954,64 | \$895,34 | \$829,98 | \$757,96 | \$678,58 | \$591,09 | \$494,68 | \$388,42 | \$271,31 | \$142,24 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -18,57 | \$ 23,63 | \$ 71,89 | \$ 126,83 | \$ 189,11 | \$ 259,51 | \$ 338,83 | \$ 428,00 | \$ 528,01 | \$ 639,99 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -18,57 | \$ 23,63 | \$ 71,89 | \$ 126,83 | \$ 189,11 | \$ 259,51 | \$ 338,83 | \$ 428,00 | \$ 528,01 | \$ 639,99 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ 18.700,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 9.350,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$580,79 | \$640,09 | \$705,44 | \$777,47 | \$856,84 | \$944,33 | \$1.040,74 | \$1.147,00 | \$1.264,11 | \$1.393,18 |
| FLUJO NETO | \$ -9.350,00 | \$ 335,64 | \$ 318,55 | \$ 301,45 | \$ 284,36 | \$ 267,27 | \$ 250,18 | \$ 233,09 | \$ 215,99 | \$ 198,90 | \$ 181,81 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -9.350,00 | \$ -9.014,36 | \$ -8.695,82 | \$ -8.394,36 | \$ -8.110,00 | \$ -7.842,73 | \$ -7.592,56 | \$ -7.359,47 | \$ -7.143,48 | \$ -6.944,58 | \$ -6.762,77 |

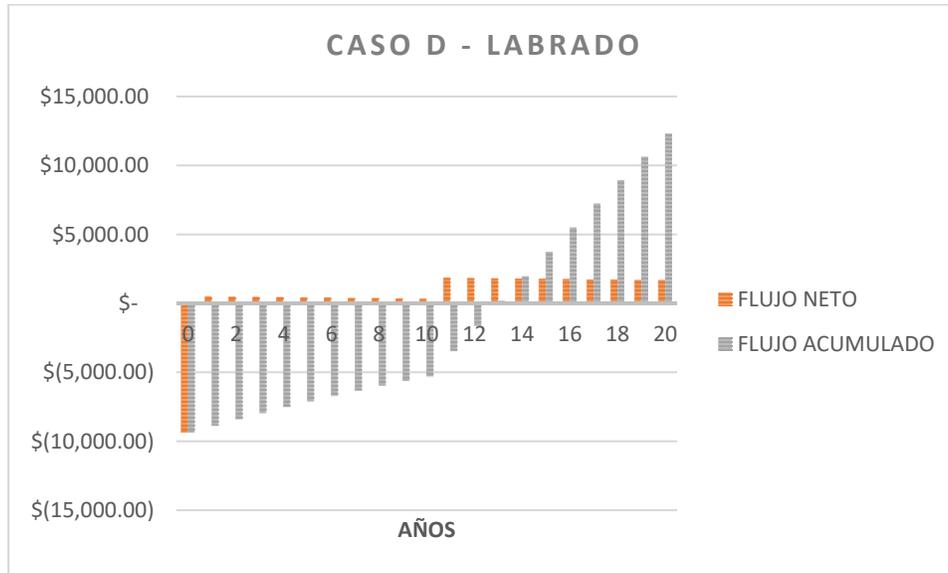
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| INGRESOS | \$ 1.880,14 | \$ 1.863,05 | \$ 1.845,96 | \$ 1.828,86 | \$ 1.811,77 | \$ 1.794,68 | \$ 1.777,59 | \$ 1.760,50 | \$ 1.743,40 | \$ 1.726,31 |
| VENTA DE ENERGIA | 1880,140405 | \$ 1.863,05 | \$ 1.845,96 | \$ 1.828,86 | \$ 1.811,77 | \$ 1.794,68 | \$ 1.777,59 | \$ 1.760,50 | \$ 1.743,40 | \$ 1.726,31 |
| ENERGIA | 9623,95031 | 9536,460234 | 9448,970159 | 9361,480083 | 9273,990008 | 9186,499932 | 9099,009856 | 9011,519781 | 8924,029705 | 8836,53963 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 |
| O&M | 180 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 935 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 765,14 | \$ 748,05 | \$ 730,96 | \$ 713,86 | \$ 696,77 | \$ 679,68 | \$ 662,59 | \$ 645,50 | \$ 628,40 | \$ 611,31 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 765,14 | \$ 748,05 | \$ 730,96 | \$ 713,86 | \$ 696,77 | \$ 679,68 | \$ 662,59 | \$ 645,50 | \$ 628,40 | \$ 611,31 |
| DEPRECIACION (+) | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.700,14 | \$ 1.683,05 | \$ 1.665,96 | \$ 1.648,86 | \$ 1.631,77 | \$ 1.614,68 | \$ 1.597,59 | \$ 1.580,50 | \$ 1.563,40 | \$ 1.546,31 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -5.062,63 | \$ -3.379,58 | \$ -1.713,62 | \$ -64,76 | \$ 1.567,01 | \$ 3.181,69 | \$ 4.779,28 | \$ 6.359,78 | \$ 7.923,18 | \$ 9.469,49 |



4.5 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-------------|
| VAN | \$-1.506,83 |
| TIR | 5% |

4.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



5. FINANCIAMIENTO 70% AL 10.21 % DE INTERES ANUAL PARA 10 AÑOS, SECTOR LABRADO

5.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10,21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 10 |

5.2 Determinación de CPPC

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 5 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 13.090,00 | 70% | 10,21% | 7,1470% |
| INVERSIONISTAS | \$ 5.610,00 | 30% | 3,50% | 1,0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 18.700,00 | 100% | CPPC | 8,20% |



5.3 Determinación de LCOE

| SECTOR LABRADO OPCIÓN 5 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 18.700,00 | \$ - | \$ 18.700,00 | \$ 18.700,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 166,36 | 10498,85 | 9703,458567 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 153,76 | 10411,36 | 8893,589227 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 142,11 | 10323,87 | 8150,737529 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 131,34 | 10236,38 | 7469,397269 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 121,39 | 10148,89 | 6844,511889 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 112,20 | 10061,40 | 6271,437952 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 103,70 | 9973,91 | 5745,911565 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 95,84 | 9886,42 | 5264,017528 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 88,58 | 9798,93 | 4822,160965 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 81,87 | 9711,44 | 4417,041268 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 75,67 | 9623,95 | 4045,628137 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 69,93 | 9536,46 | 3705,13957 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 64,64 | 9448,97 | 3393,02163 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 59,74 | 9361,48 | 3106,929862 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 55,21 | 9273,99 | 2844,712205 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 51,03 | 9186,50 | 2604,3933 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 47,16 | 9099,01 | 2384,160067 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 43,59 | 9011,52 | 2182,348454 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 40,29 | 8924,03 | 1997,431263 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 37,24 | 8836,54 | 1828,006965 |
| TOTAL | | | | \$ 20.441,66 | | 95674,03521 |
| LCOE | \$ 0,21 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR LABRADO OPCIÓN 5 | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.243,18 | \$ 2.224,49 | \$ 2.205,79 | \$ 2.187,10 | \$ 2.168,41 | \$ 2.149,71 | \$ 2.131,02 | \$ 2.112,33 | \$ 2.093,63 | \$ 2.074,94 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.243,18 | \$ 2.224,49 | \$ 2.205,79 | \$ 2.187,10 | \$ 2.168,41 | \$ 2.149,71 | \$ 2.131,02 | \$ 2.112,33 | \$ 2.093,63 | \$ 2.074,94 |
| ENERGIA | 0 | 10498,85107 | 10411,36099 | 10323,87091 | 10236,38084 | 10148,89076 | 10061,40069 | 9973,910612 | 9886,420537 | 9798,930461 | 9711,440386 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.451,49 | \$ 2.368,47 | \$ 2.276,98 | \$ 2.176,14 | \$ 2.065,01 | \$ 1.942,53 | \$ 1.807,55 | \$ 1.658,79 | \$ 1.494,83 | \$ 1.314,14 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$1.336,49 | \$1.253,47 | \$1.161,98 | \$1.061,14 | \$950,01 | \$827,53 | \$692,55 | \$543,79 | \$379,83 | \$199,14 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -208,31 | \$ -143,99 | \$ -71,18 | \$ 10,96 | \$ 103,40 | \$ 207,18 | \$ 323,47 | \$ 453,54 | \$ 598,80 | \$ 760,80 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -208,31 | \$ -143,99 | \$ -71,18 | \$ 10,96 | \$ 103,40 | \$ 207,18 | \$ 323,47 | \$ 453,54 | \$ 598,80 | \$ 760,80 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ 18.700,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 13.090,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$813,10 | \$896,12 | \$987,62 | \$1.088,45 | \$1.199,58 | \$1.322,06 | \$1.457,04 | \$1.605,81 | \$1.769,76 | \$1.950,45 |
| FLUJO NETO | \$ -5.610,00 | \$ -86,42 | \$ -105,11 | \$ -123,80 | \$ -142,49 | \$ -161,19 | \$ -179,88 | \$ -198,57 | \$ -217,27 | \$ -235,96 | \$ -254,65 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -5.610,00 | \$ -5.696,42 | \$ -5.801,52 | \$ -5.925,32 | \$ -6.067,82 | \$ -6.229,01 | \$ -6.408,89 | \$ -6.607,46 | \$ -6.824,73 | \$ -7.060,69 | \$ -7.315,34 |

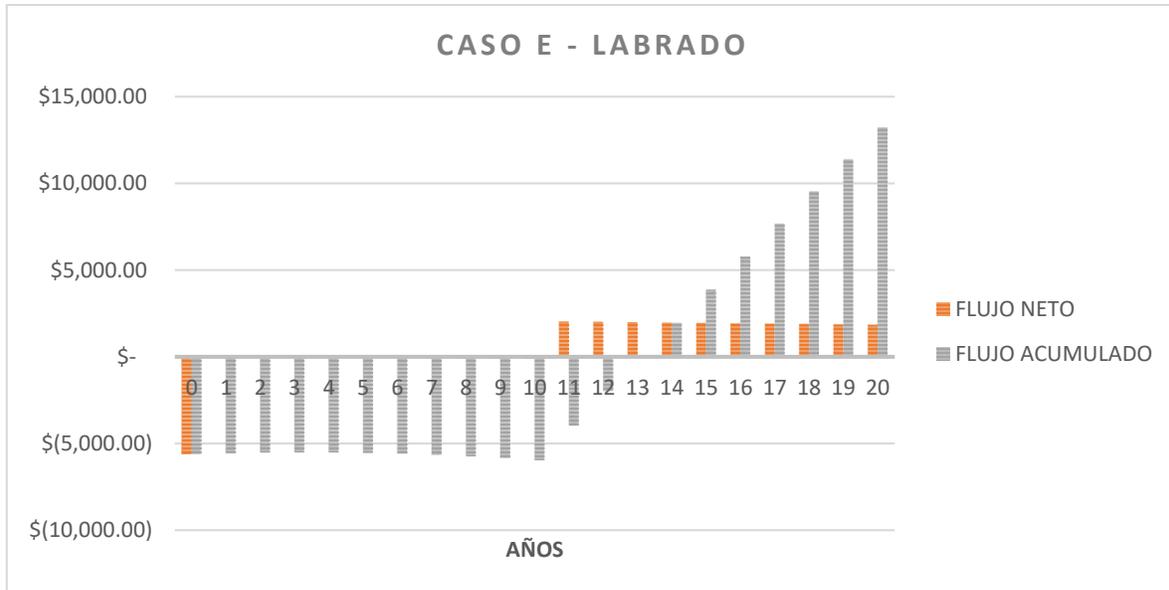
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 2.056,25 | \$ 2.037,55 | \$ 2.018,86 | \$ 2.000,17 | \$ 1.981,48 | \$ 1.962,78 | \$ 1.944,09 | \$ 1.925,40 | \$ 1.906,70 | \$ 1.888,01 |
| VENTA DE ENERGIA | 2056,247377 | 2.037,55 | 2.018,86 | 2.000,17 | 1.981,48 | 1.962,78 | 1.944,09 | 1.925,40 | 1.906,70 | 1.888,01 |
| ENERGIA | 9623,95031 | 9536,460234 | 9448,970159 | 9361,480083 | 9273,990008 | 9186,499932 | 9099,009856 | 9011,519781 | 8924,029705 | 8836,53963 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 | \$ 1.115,00 |
| O&M | 180 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 | 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 935 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 | \$ 935,00 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 941,25 | \$ 922,55 | \$ 903,86 | \$ 885,17 | \$ 866,48 | \$ 847,78 | \$ 829,09 | \$ 810,40 | \$ 791,70 | \$ 773,01 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 941,25 | \$ 922,55 | \$ 903,86 | \$ 885,17 | \$ 866,48 | \$ 847,78 | \$ 829,09 | \$ 810,40 | \$ 791,70 | \$ 773,01 |
| DEPRECIACION (+) | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 | 935 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.876,25 | \$ 1.857,55 | \$ 1.838,86 | \$ 1.820,17 | \$ 1.801,48 | \$ 1.782,78 | \$ 1.764,09 | \$ 1.745,40 | \$ 1.726,70 | \$ 1.708,01 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -5.439,09 | \$ -3.581,54 | \$ -1.742,68 | \$ 77,49 | \$ 1.878,97 | \$ 3.661,75 | \$ 5.425,84 | \$ 7.171,23 | \$ 8.897,94 | \$ 10.605,94 |



5.5 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-------------|
| VAN | \$-1.206,65 |
| TIR | 7% |

5.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado





Anexo 17. Análisis económico sector DUTASAY

1. FINANCIAMIENTO PROPIO SECTOR DUTASAY

1.1 Variables de entrada

| | |
|---------------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9,84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 9,84% |
| % FINANCIAMIENTO | 0% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 10 |

1.2 Determinación de CPPC

| SECTOR DUTASAY - OPCIÓN 1 | | | | |
|---------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ - | 0% | 9,84% | 0,0000% |
| INVERSIONISTAS | \$ 20.288,00 | 100% | 3,50% | 3,5000% |
| INVERSION TOTAL | \$ 20.288,00 | 100% | CPPC | 3,50% |

1.3 Determinación de LCOE

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 1 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 20.288,00 | \$ - | \$ 20.288,0 | \$ 20.288,0 | | |
| 1 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 173,9 | 10984,66 | 10613,20 |
| 2 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 168,0 | 10893,13 | 10168,85 |
| 3 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 162,3 | 10801,59 | 9742,41 |
| 4 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 156,9 | 10710,05 | 9333,19 |
| 5 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 151,6 | 10618,51 | 8940,50 |
| 6 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 146,4 | 10526,97 | 8563,70 |
| 7 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 141,5 | 10435,43 | 8202,16 |
| 8 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 136,7 | 10343,89 | 7855,27 |
| 9 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 132,1 | 10252,36 | 7522,47 |
| 10 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 127,6 | 10160,82 | 7203,19 |
| 11 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 123,3 | 10069,28 | 6896,91 |
| 12 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 119,1 | 9977,74 | 6603,10 |
| 13 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 115,1 | 9886,20 | 6321,28 |
| 14 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 111,2 | 9794,66 | 6050,96 |
| 15 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 107,4 | 9703,13 | 5791,70 |
| 16 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 103,8 | 9611,59 | 5543,06 |
| 17 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 100,3 | 9520,05 | 5304,61 |
| 18 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 96,9 | 9428,51 | 5075,94 |
| 19 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 93,6 | 9336,97 | 4856,68 |
| 20 | | \$ 180,0 | \$ 180,0 | \$ 90,5 | 9245,43 | 4646,44 |
| TOTAL | | | | \$ 22.846,23 | | 145235,64 |
| LCOE | \$ 0,157 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.4 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA - SECTOR DUTASAY - OPCIÓN 1 | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Periodo (Año) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 1.728 | \$ 1.714 | \$ 1.699 | \$ 1.685 | \$ 1.670 | \$ 1.656 | \$ 1.642 | \$ 1.627 | \$ 1.613 | \$ 1.598 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ - | \$ 1.728 | \$ 1.714 | \$ 1.699 | \$ 1.685 | \$ 1.670 | \$ 1.656 | \$ 1.642 | \$ 1.627 | \$ 1.613 | \$ 1.598 |
| ENERGIA | 0 | 10984,66434 | 10893,12584 | 10801,58734 | 10710,04883 | 10618,51033 | 10526,97183 | 10435,43332 | 10343,89482 | 10252,35632 | 10160,81781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 |
| O&M | \$ - | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 |
| DEPRECIACION (-) | \$ - | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ 534 | \$ 519 | \$ 505 | \$ 490 | \$ 476 | \$ 462 | \$ 447 | \$ 433 | \$ 418 | \$ 404 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ 534 | \$ 519 | \$ 505 | \$ 490 | \$ 476 | \$ 462 | \$ 447 | \$ 433 | \$ 418 | \$ 404 |
| DEPRECIACION (+) | \$ - | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 |
| INVERSION | \$ 20.288 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ -20.288 | \$ 1.548 | \$ 1.534 | \$ 1.519 | \$ 1.505 | \$ 1.490 | \$ 1.476 | \$ 1.462 | \$ 1.447 | \$ 1.433 | \$ 1.418 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -20.288 | \$ -18.740 | \$ -17.207 | \$ -15.687 | \$ -14.183 | \$ -12.692 | \$ -11.216 | \$ -9.755 | \$ -8.308 | \$ -6.875 | \$ -5.457 |

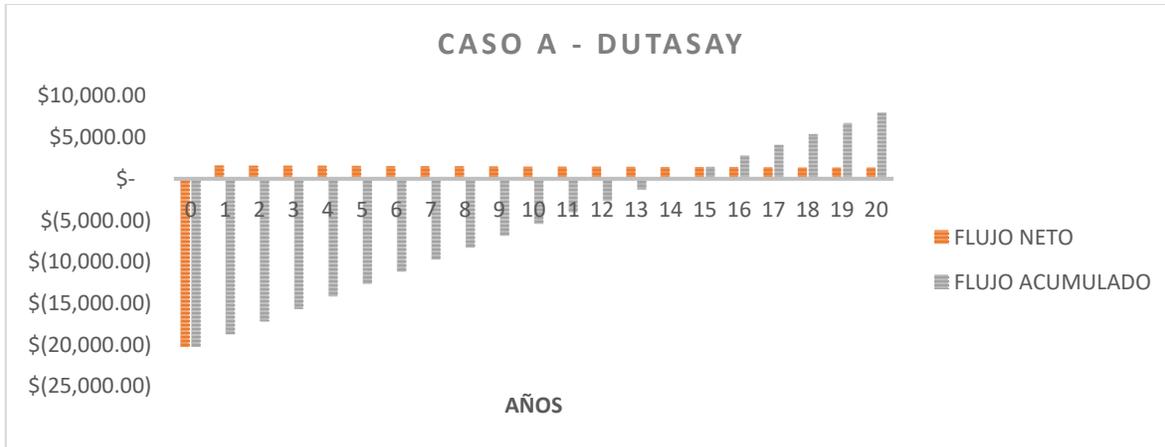
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| INGRESOS | \$ 1.584 | \$ 1.570 | \$ 1.555 | \$ 1.541 | \$ 1.526 | \$ 1.512 | \$ 1.498 | \$ 1.483 | \$ 1.469 | \$ 1.454 |
| VENTA DE ENERGIA | \$ 1.584 | \$ 1.570 | \$ 1.555 | \$ 1.541 | \$ 1.526 | \$ 1.512 | \$ 1.498 | \$ 1.483 | \$ 1.469 | \$ 1.454 |
| ENERGIA | 10069,28 | 9977,74 | 9886,20 | 9794,66 | 9703,13 | 9611,59 | 9520,05 | 9428,51 | 9336,97 | 9245,43 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 | \$ 1.194 |
| O&M | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 | \$ 180 |
| DEPRECIACION (-) | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 |
| INTERES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 390 | \$ 375 | \$ 361 | \$ 346 | \$ 332 | \$ 318 | \$ 303 | \$ 289 | \$ 274 | \$ 260 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 390 | \$ 375 | \$ 361 | \$ 346 | \$ 332 | \$ 318 | \$ 303 | \$ 289 | \$ 274 | \$ 260 |
| DEPRECIACION (+) | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 | \$ 1.014 |
| INVERSION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| PRESTAMO | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| AMORTIZACION | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO NETO | \$ 1.404 | \$ 1.390 | \$ 1.375 | \$ 1.361 | \$ 1.346 | \$ 1.332 | \$ 1.318 | \$ 1.303 | \$ 1.289 | \$ 1.274 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -4.053 | \$ -2.663 | \$ -1.288 | \$ 73 | \$ 1.419 | \$ 2.751 | \$ 4.069 | \$ 5.372 | \$ 6.661 | \$ 7.935 |



1.5 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|--------|
| VAN | \$0,00 |
| TIR | 3,5% |

1.6 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



2. FINANCIAMIENTO 50% AL 9.84% DE INTERES ANNUAL PARA 5 AÑOS, SECTOR DUTASAY

2.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9,84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 9,84% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 5 |

2.2 Determinación de CPPC

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 2 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 10.144,00 | 50% | 9,84% | 4,9200% |
| INVERSIONISTAS | \$ 10.144,00 | 50% | 3,50% | 1,7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 20.288,00 | 100% | CPPC | 6,67% |



2.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SECTOR DUTASAY OPCIÓN 2 | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| monto | \$ 10.144,00 | interes | 10% | |
| | | plazo | 5 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$10.144,00 |
| 1 | \$2.665,03 | \$998,17 | \$1.666,86 | \$8.477,14 |
| 2 | \$2.665,03 | \$834,15 | \$1.830,88 | \$6.646,25 |
| 3 | \$2.665,03 | \$653,99 | \$2.011,04 | \$4.635,21 |
| 4 | \$2.665,03 | \$456,11 | \$2.208,93 | \$2.426,29 |
| 5 | \$2.665,03 | \$238,75 | \$2.426,29 | \$0,00 |
| TOTAL | \$13.325,16 | \$3.181,16 | \$10.144,00 | |

2.4 Determinación de LCOE

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 2 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 20.288,00 | \$ - | \$ 20.288,00 | \$ 20.288,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 168,74 | 10984,7 | 10297,8 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 158,19 | 10893,1 | 9573,4 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 148,30 | 10801,6 | 8899,4 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 139,03 | 10710,0 | 8272,2 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 130,33 | 10618,5 | 7688,7 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 122,19 | 10527,0 | 7145,8 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 114,55 | 10435,4 | 6640,7 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 107,38 | 10343,9 | 6170,9 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 100,67 | 10252,4 | 5733,8 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 94,37 | 10160,8 | 5327,3 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 88,47 | 10069,3 | 4949,2 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 82,94 | 9977,7 | 4597,5 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 77,75 | 9886,2 | 4270,5 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 72,89 | 9794,7 | 3966,4 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 68,33 | 9703,1 | 3683,6 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 64,06 | 9611,6 | 3420,7 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 60,06 | 9520,0 | 3176,3 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 56,30 | 9428,5 | 2949,0 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 52,78 | 9337,0 | 2737,8 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 49,48 | 9245,4 | 2541,4 |
| TOTAL | | | | \$ 22.244,83 | | 112042,6 |
| LCOE | \$ 0,199 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR DUTASAY- OPCIÓN 2 | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.180,88 | \$ 2.162,71 | \$ 2.144,54 | \$ 2.126,36 | \$ 2.108,19 | \$ 2.090,02 | \$ 2.071,84 | \$ 2.053,67 | \$ 2.035,49 | \$ 2.017,32 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.180,88 | \$ 2.162,71 | \$ 2.144,54 | \$ 2.126,36 | \$ 2.108,19 | \$ 2.090,02 | \$ 2.071,84 | \$ 2.053,67 | \$ 2.035,49 | \$ 2.017,32 |
| ENERGIA kW.h | 0 | 10984,66434 | 10893,12584 | 10801,58734 | 10710,04883 | 10618,51033 | 10526,97183 | 10435,43332 | 10343,89482 | 10252,35632 | 10160,81781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.192,57 | \$ 2.028,55 | \$ 1.848,39 | \$ 1.650,51 | \$ 1.433,15 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$998,17 | \$834,15 | \$653,99 | \$456,11 | \$238,75 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -11,68 | \$ 134,16 | \$ 296,15 | \$ 475,86 | \$ 675,04 | \$ 895,62 | \$ 877,44 | \$ 859,27 | \$ 841,09 | \$ 822,92 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -11,68 | \$ 134,16 | \$ 296,15 | \$ 475,86 | \$ 675,04 | \$ 895,62 | \$ 877,44 | \$ 859,27 | \$ 841,09 | \$ 822,92 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ 20.288,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 10.144,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$1.666,86 | \$1.830,88 | \$2.011,04 | \$2.208,93 | \$2.426,29 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ -10.144,00 | \$ -664,15 | \$ -682,32 | \$ -700,50 | \$ -718,67 | \$ -736,84 | \$ 1.910,02 | \$ 1.891,84 | \$ 1.873,67 | \$ 1.855,49 | \$ 1.837,32 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -10.144,00 | \$ -10.808,15 | \$ -11.490,47 | \$ -12.190,96 | \$ -12.909,63 | \$ -13.646,48 | \$ -11.736,46 | \$ -9.844,62 | \$ -7.970,95 | \$ -6.115,46 | \$ -4.278,14 |

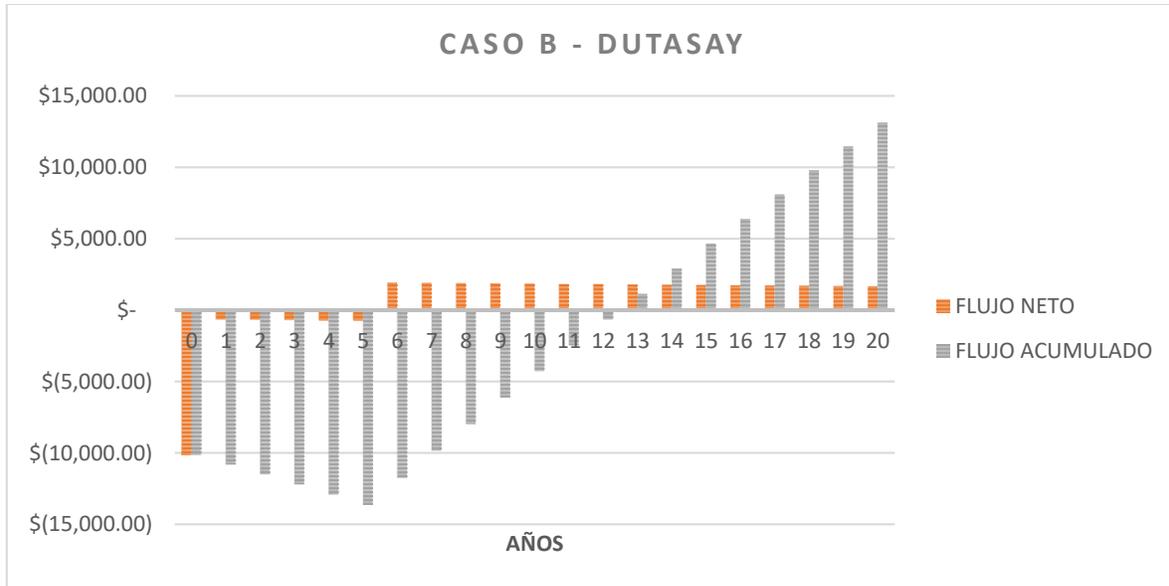
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 1.999,15 | \$ 1.980,97 | \$ 1.962,80 | \$ 1.944,62 | \$ 1.926,45 | \$ 1.908,28 | \$ 1.890,10 | \$ 1.871,93 | \$ 1.853,75 | \$ 1.835,58 |
| VENTA DE ENERGIA | 1999,145256 | 1.980,97 | 1.962,80 | 1.944,62 | 1.926,45 | 1.908,28 | 1.890,10 | 1.871,93 | 1.853,75 | 1.835,58 |
| ENERGIA | 10069,27931 | 9977,740806 | 9886,202302 | 9794,663799 | 9703,125296 | 9611,586792 | 9520,048289 | 9428,509786 | 9336,971282 | 9245,432779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 |
| O&M | 180 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 1014,4 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 804,75 | \$ 786,57 | \$ 768,40 | \$ 750,22 | \$ 732,05 | \$ 713,88 | \$ 695,70 | \$ 677,53 | \$ 659,35 | \$ 641,18 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 804,75 | \$ 786,57 | \$ 768,40 | \$ 750,22 | \$ 732,05 | \$ 713,88 | \$ 695,70 | \$ 677,53 | \$ 659,35 | \$ 641,18 |
| DEPRECIACION (+) | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.819,15 | \$ 1.800,97 | \$ 1.782,80 | \$ 1.764,62 | \$ 1.746,45 | \$ 1.728,28 | \$ 1.710,10 | \$ 1.691,93 | \$ 1.673,75 | \$ 1.655,58 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -2.459,00 | \$ -658,03 | \$ 1.124,77 | \$ 2.889,40 | \$ 4.635,84 | \$ 6.364,12 | \$ 8.074,22 | \$ 9.766,15 | \$ 11.439,90 | \$ 13.095,48 |



2.6 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-----------|
| VAN | \$-880,39 |
| TIR | 6% |

2.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



3. FINANCIAMIENTO 70% AL 9.84% DE INTERES ANUAL PARA 5 AÑOS, SECTOR DUTASAY

3.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|-------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 9,84% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 5 |

3.2 Determinación de CPPC

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 3 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 14.201,60 | 70% | 9,84% | 6,8880% |
| INVERSIONISTAS | \$ 6.086,40 | 30% | 3,50% | 1,0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 20.288,00 | 100% | CPPC | 7,94% |



3.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SECTOR DUTASAY OPCIÓN 3 | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| monto | \$ 14.201,60 | interes | 10% | |
| | | plazo | 5 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$14.201,60 |
| 1 | \$3.731,05 | \$1.397,44 | \$2.333,61 | \$11.867,99 |
| 2 | \$3.731,05 | \$1.167,81 | \$2.563,24 | \$9.304,76 |
| 3 | \$3.731,05 | \$915,59 | \$2.815,46 | \$6.489,30 |
| 4 | \$3.731,05 | \$638,55 | \$3.092,50 | \$3.396,80 |
| 5 | \$3.731,05 | \$334,25 | \$3.396,80 | \$0,00 |
| TOTAL | \$18.655,23 | \$4.453,63 | \$14.201,60 | |

3.4 Determinación de LCOE

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 3 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 20.288,00 | \$ - | \$ 20.288,00 | \$ 20.288,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 166,76 | 10984,66 | 10176,82776 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 154,50 | 10893,13 | 9349,831567 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 143,14 | 10801,59 | 8589,432703 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 132,61 | 10710,05 | 7890,308507 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 122,86 | 10618,51 | 7247,559015 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 113,82 | 10526,97 | 6656,673569 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 105,45 | 10435,43 | 6113,500058 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 97,70 | 10343,89 | 5614,216578 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 90,51 | 10252,36 | 5155,30532 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 83,85 | 10160,82 | 4733,528512 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 77,69 | 10069,28 | 4345,906257 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 71,97 | 9977,74 | 3989,696113 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 66,68 | 9886,20 | 3662,374287 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 61,78 | 9794,66 | 3361,618304 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 57,23 | 9703,13 | 3085,291048 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 53,03 | 9611,59 | 2831,42606 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 49,13 | 9520,05 | 2598,213994 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 45,51 | 9428,51 | 2383,990144 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 42,17 | 9336,97 | 2187,222958 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 39,06 | 9245,43 | 2006,503453 |
| TOTAL | | | | \$ 22.063,45 | | 101979,4262 |
| LCOE | \$ 0,216 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR DUTASAY OPCIÓN 3 | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.376,55 | \$ 2.356,75 | \$ 2.336,94 | \$ 2.317,14 | \$ 2.297,34 | \$ 2.277,53 | \$ 2.257,73 | \$ 2.237,92 | \$ 2.218,12 | \$ 2.198,31 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.376,55 | \$ 2.356,75 | \$ 2.336,94 | \$ 2.317,14 | \$ 2.297,34 | \$ 2.277,53 | \$ 2.257,73 | \$ 2.237,92 | \$ 2.218,12 | \$ 2.198,31 |
| ENERGIA | 0 | 10984,66434 | 10893,12584 | 10801,58734 | 10710,04883 | 10618,51033 | 10526,97183 | 10435,43332 | 10343,89482 | 10252,35632 | 10160,81781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.591,84 | \$ 2.362,21 | \$ 2.109,99 | \$ 1.832,95 | \$ 1.528,65 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$1.397,44 | \$1.167,81 | \$915,59 | \$638,55 | \$334,25 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -215,28 | \$ -5,46 | \$ 226,96 | \$ 484,19 | \$ 768,69 | \$ 1.083,13 | \$ 1.063,33 | \$ 1.043,52 | \$ 1.023,72 | \$ 1.003,91 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -215,28 | \$ -5,46 | \$ 226,96 | \$ 484,19 | \$ 768,69 | \$ 1.083,13 | \$ 1.063,33 | \$ 1.043,52 | \$ 1.023,72 | \$ 1.003,91 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ 20.288,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 14.201,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$2.333,61 | \$2.563,24 | \$2.815,46 | \$3.092,50 | \$3.396,80 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ -6.086,40 | \$ -1.534,49 | \$ -1.554,30 | \$ -1.574,10 | \$ -1.593,91 | \$ -1.613,71 | \$ 2.097,53 | \$ 2.077,73 | \$ 2.057,92 | \$ 2.038,12 | \$ 2.018,31 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -6.086,40 | \$ -7.620,89 | \$ -9.175,19 | \$ -10.749,29 | \$ -12.343,19 | \$ -13.956,90 | \$ -11.859,37 | \$ -9.781,65 | \$ -7.723,72 | \$ -5.685,61 | \$ -3.667,29 |

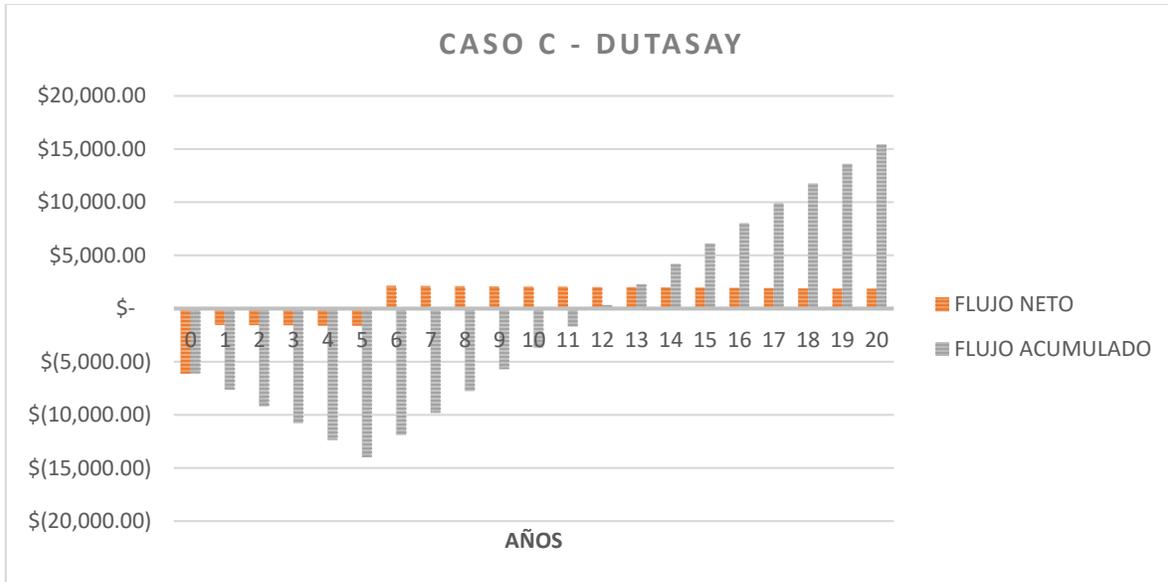
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 2.178,51 | \$ 2.158,70 | \$ 2.138,90 | \$ 2.119,09 | \$ 2.099,29 | \$ 2.079,49 | \$ 2.059,68 | \$ 2.039,88 | \$ 2.020,07 | \$ 2.000,27 |
| VENTA DE ENERGIA | 2178,508461 | 2.158,70 | 2.138,90 | 2.119,09 | 2.099,29 | 2.079,49 | 2.059,68 | 2.039,88 | 2.020,07 | 2.000,27 |
| ENERGIA | 10069,27931 | 9977,740806 | 9886,202302 | 9794,663799 | 9703,125296 | 9611,586792 | 9520,048289 | 9428,509786 | 9336,971282 | 9245,432779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 |
| O&M | 180 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 1014,4 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 984,11 | \$ 964,30 | \$ 944,50 | \$ 924,69 | \$ 904,89 | \$ 885,09 | \$ 865,28 | \$ 845,48 | \$ 825,67 | \$ 805,87 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 984,11 | \$ 964,30 | \$ 944,50 | \$ 924,69 | \$ 904,89 | \$ 885,09 | \$ 865,28 | \$ 845,48 | \$ 825,67 | \$ 805,87 |
| DEPRECIACION (+) | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.998,51 | \$ 1.978,70 | \$ 1.958,90 | \$ 1.939,09 | \$ 1.919,29 | \$ 1.899,49 | \$ 1.879,68 | \$ 1.859,88 | \$ 1.840,07 | \$ 1.820,27 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -1.668,79 | \$ 309,92 | \$ 2.268,82 | \$ 4.207,91 | \$ 6.127,20 | \$ 8.026,69 | \$ 9.906,37 | \$ 11.766,25 | \$ 13.606,32 | \$ 15.426,59 |



3.6 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-----------|
| VAN | \$-719,76 |
| TIR | 7% |

3.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



4. FINANCIAMIENTO 50% AL 10.21% DE INTERES ANUAL PARA 10 AÑOS, SECTOR DUTASAY

4.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10,21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10,21% |
| % FINANCIAMIENTO | 50% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 10 |

4.2 Determinación de CPPC

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 4 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 10.144,00 | 50% | 10,21% | 5,1050% |
| INVERSIONISTAS | \$ 10.144,00 | 50% | 3,50% | 1,7500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 20.288,00 | 100% | CPPC | 6,86% |



4.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓNNN SECTOR DUTASAY OPCIÓN 4 | | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| monto | \$ 10.144,00 | interes | 10% | |
| | | plazo | 10 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$10.144,00 |
| 1 | \$1.665,81 | \$1.035,70 | \$630,11 | \$9.513,89 |
| 2 | \$1.665,81 | \$971,37 | \$694,44 | \$8.819,45 |
| 3 | \$1.665,81 | \$900,47 | \$765,35 | \$8.054,10 |
| 4 | \$1.665,81 | \$822,32 | \$843,49 | \$7.210,61 |
| 5 | \$1.665,81 | \$736,20 | \$929,61 | \$6.281,01 |
| 6 | \$1.665,81 | \$641,29 | \$1.024,52 | \$5.256,48 |
| 7 | \$1.665,81 | \$536,69 | \$1.129,12 | \$4.127,36 |
| 8 | \$1.665,81 | \$421,40 | \$1.244,41 | \$2.882,95 |
| 9 | \$1.665,81 | \$294,35 | \$1.371,46 | \$1.511,49 |
| 10 | \$1.665,81 | \$154,32 | \$1.511,49 | \$0,00 |
| TOTAL | \$16.658,12 | \$6.514,12 | \$10.144,00 | |

4.4 Determinación de LCOE

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 4 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 20.288,00 | \$ - | \$ 20.288,00 | \$ 20.288,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 168,45 | 10984,66 | 10279,97225 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 157,65 | 10893,13 | 9540,317395 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 147,53 | 10801,59 | 8853,256267 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 138,07 | 10710,05 | 8215,084906 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 129,21 | 10618,51 | 7622,358143 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 120,92 | 10526,97 | 7071,871631 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 113,16 | 10435,43 | 6560,645128 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 105,90 | 10343,89 | 6085,906931 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 99,11 | 10252,36 | 5645,079385 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 92,75 | 10160,82 | 5235,765389 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 86,80 | 10069,28 | 4855,735843 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 81,23 | 9977,74 | 4502,917957 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 76,02 | 9886,20 | 4175,384367 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 71,15 | 9794,66 | 3871,343009 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 66,58 | 9703,13 | 3589,127692 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 62,31 | 9611,59 | 3327,189322 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 58,31 | 9520,05 | 3084,087735 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 54,57 | 9428,51 | 2858,484098 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 51,07 | 9336,97 | 2649,13383 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 47,79 | 9245,43 | 2454,880026 |
| TOTAL | | | | \$ 22.216,60 | | 110478,5413 |
| LCOE | \$ | 0,201 | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR DUTASAY OPCIÓN 4 | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.208,95 | \$ 2.190,55 | \$ 2.172,14 | \$ 2.153,73 | \$ 2.135,32 | \$ 2.116,91 | \$ 2.098,51 | \$ 2.080,10 | \$ 2.061,69 | \$ 2.043,28 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.208,95 | \$ 2.190,55 | \$ 2.172,14 | \$ 2.153,73 | \$ 2.135,32 | \$ 2.116,91 | \$ 2.098,51 | \$ 2.080,10 | \$ 2.061,69 | \$ 2.043,28 |
| ENERGIA | 0 | 10984,66434 | 10893,12584 | 10801,58734 | 10710,04883 | 10618,51033 | 10526,97183 | 10435,43332 | 10343,89482 | 10252,35632 | 10160,81781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.230,10 | \$ 2.165,77 | \$ 2.094,87 | \$ 2.016,72 | \$ 1.930,60 | \$ 1.835,69 | \$ 1.731,09 | \$ 1.615,80 | \$ 1.488,75 | \$ 1.348,72 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$1.035,70 | \$971,37 | \$900,47 | \$822,32 | \$736,20 | \$641,29 | \$536,69 | \$421,40 | \$294,35 | \$154,32 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -21,15 | \$ 24,78 | \$ 77,27 | \$ 137,01 | \$ 204,72 | \$ 281,22 | \$ 367,42 | \$ 464,29 | \$ 572,94 | \$ 694,56 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -21,15 | \$ 24,78 | \$ 77,27 | \$ 137,01 | \$ 204,72 | \$ 281,22 | \$ 367,42 | \$ 464,29 | \$ 572,94 | \$ 694,56 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ 20.288,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 10.144,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$630,11 | \$694,44 | \$765,35 | \$843,49 | \$929,61 | \$1.024,52 | \$1.129,12 | \$1.244,41 | \$1.371,46 | \$1.511,49 |
| FLUJO NETO | \$ -10.144,00 | \$ 363,14 | \$ 344,73 | \$ 326,33 | \$ 307,92 | \$ 289,51 | \$ 271,10 | \$ 252,69 | \$ 234,29 | \$ 215,88 | \$ 197,47 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -10.144,00 | \$ -9.780,86 | \$ -9.436,12 | \$ -9.109,80 | \$ -8.801,88 | \$ -8.512,37 | \$ -8.241,27 | \$ -7.988,57 | \$ -7.754,29 | \$ -7.538,41 | \$ -7.340,94 |

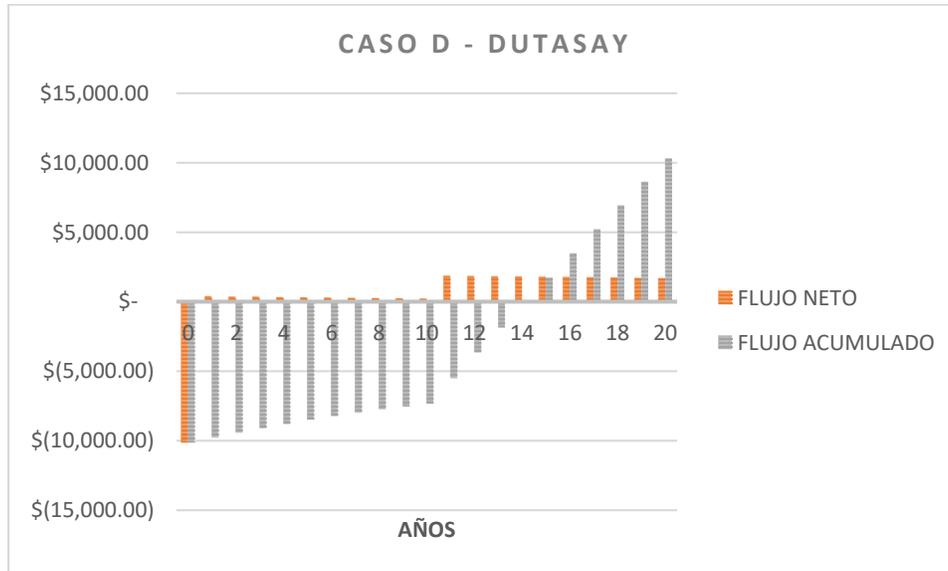
| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 2.024,87 | \$ 2.006,47 | \$ 1.988,06 | \$ 1.969,65 | \$ 1.951,24 | \$ 1.932,84 | \$ 1.914,43 | \$ 1.896,02 | \$ 1.877,61 | \$ 1.859,20 |
| VENTA DE ENERGIA | 2024,874535 | \$ 2.006,47 | \$ 1.988,06 | \$ 1.969,65 | \$ 1.951,24 | \$ 1.932,84 | \$ 1.914,43 | \$ 1.896,02 | \$ 1.877,61 | \$ 1.859,20 |
| ENERGIA | 10069,27931 | 9977,740806 | 9886,202302 | 9794,663799 | 9703,125296 | 9611,586792 | 9520,048289 | 9428,509786 | 9336,971282 | 9245,432779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 |
| O&M | 180 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 1014,4 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 830,47 | \$ 812,07 | \$ 793,66 | \$ 775,25 | \$ 756,84 | \$ 738,44 | \$ 720,03 | \$ 701,62 | \$ 683,21 | \$ 664,80 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 830,47 | \$ 812,07 | \$ 793,66 | \$ 775,25 | \$ 756,84 | \$ 738,44 | \$ 720,03 | \$ 701,62 | \$ 683,21 | \$ 664,80 |
| DEPRECIACION (+) | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 1.844,87 | \$ 1.826,47 | \$ 1.808,06 | \$ 1.789,65 | \$ 1.771,24 | \$ 1.752,84 | \$ 1.734,43 | \$ 1.716,02 | \$ 1.697,61 | \$ 1.679,20 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -5.496,06 | \$ -3.669,60 | \$ -1.861,54 | \$ -71,89 | \$ 1.699,36 | \$ 3.452,19 | \$ 5.186,62 | \$ 6.902,64 | \$ 8.600,25 | \$ 10.279,45 |



4.6 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-------------|
| VAN | \$-1.634,79 |
| TIR | 5% |

4.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado



5. FINANCIAMIENTO 70% AL 10.21 % DE INTERES ANUAL PARA 10 AÑOS, SECTOR DUTASAY

5.1 Variables de entrada

| | |
|--------------------------|--------|
| % RENDIMIENTO ESPERADO | 3,50% |
| % TASA DE INTERES BANCO | 10,21% |
| % IMPUESTO SRI | 0% |
| COSTO DE DEUDA | 10% |
| % FINANCIAMIENTO | 70% |
| Potencia Instalada (KWp) | 10 |
| PLAZO | 10 |

5.2 Determinación de CPPC

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 5 | | | | |
|-------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------|
| | VALOR | PARTICIPACION | COSTO | PROMEDIO PONDERADO |
| PRESTAMO | \$ 14.201,60 | 70% | 10,21% | 7,1470% |
| INVERSIONISTAS | \$ 6.086,40 | 30% | 3,50% | 1,0500% |
| INVERSION TOTAL | \$ 20.288,00 | 100% | CPPC | 8,20% |



5.3 Amortización de préstamo-cuota fija

| AMORTIZACIÓN SECTOR DUTASAY OPCIÓN 5 | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| monto | \$ 14.201,60 | interes | 10% | |
| | | plazo | 10 | |
| AÑO | Cuota | Interes | Capital | Amortizacion |
| 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$14.201,60 |
| 1 | \$2.332,14 | \$1.449,98 | \$882,15 | \$13.319,45 |
| 2 | \$2.332,14 | \$1.359,92 | \$972,22 | \$12.347,23 |
| 3 | \$2.332,14 | \$1.260,65 | \$1.071,48 | \$11.275,74 |
| 4 | \$2.332,14 | \$1.151,25 | \$1.180,88 | \$10.094,86 |
| 5 | \$2.332,14 | \$1.030,69 | \$1.301,45 | \$8.793,41 |
| 6 | \$2.332,14 | \$897,81 | \$1.434,33 | \$7.359,08 |
| 7 | \$2.332,14 | \$751,36 | \$1.580,77 | \$5.778,30 |
| 8 | \$2.332,14 | \$589,96 | \$1.742,17 | \$4.036,13 |
| 9 | \$2.332,14 | \$412,09 | \$1.920,05 | \$2.116,08 |
| 10 | \$2.332,14 | \$216,05 | \$2.116,08 | \$0,00 |
| TOTAL | \$23.321,36 | \$9.119,76 | \$14.201,60 | |

5.4 Determinación de LCOE

| SECTOR DUTASAY OPCIÓN 5 | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| AÑO | EGRESOS | | | | ENERGIA (KW.h) | |
| | Inversion | Costo anual O&M | TOTAL | ACTUALIZADO | TOTAL | ACTUALIZADO |
| 0 | \$ 20.288,00 | \$ - | \$ 20.288,00 | \$ 20.288,00 | | |
| 1 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 166,36 | 10984,66 | 10152,46665 |
| 2 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 153,76 | 10893,13 | 9305,122232 |
| 3 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 142,11 | 10801,59 | 8527,896562 |
| 4 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 131,34 | 10710,05 | 7815,028647 |
| 5 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 121,39 | 10618,51 | 7161,22795 |
| 6 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 112,20 | 10526,97 | 6561,636165 |
| 7 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 103,70 | 10435,43 | 6011,792099 |
| 8 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 95,84 | 10343,89 | 5507,599381 |
| 9 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 88,58 | 10252,36 | 5045,296793 |
| 10 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 81,87 | 10160,82 | 4621,430994 |
| 11 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 75,67 | 10069,28 | 4232,831466 |
| 12 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 69,93 | 9977,74 | 3876,587473 |
| 13 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 64,64 | 9886,20 | 3550,026901 |
| 14 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 59,74 | 9794,66 | 3250,69681 |
| 15 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 55,21 | 9703,13 | 2976,345557 |
| 16 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 51,03 | 9611,59 | 2724,906377 |
| 17 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 47,16 | 9520,05 | 2494,482293 |
| 18 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 43,59 | 9428,51 | 2283,332252 |
| 19 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 40,29 | 9336,97 | 2089,858389 |
| 20 | | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 37,24 | 9245,43 | 1912,594321 |
| TOTAL | | | | \$ 22.029,66 | | 100101,1593 |
| LCOE | \$ 0,220 | | | | | |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5.5 Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA- SECTOR DUTASAY OPCIÓN 5 | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Periodo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INGRESOS | \$ - | \$ 2.417,44 | \$ 2.397,29 | \$ 2.377,15 | \$ 2.357,00 | \$ 2.336,86 | \$ 2.316,71 | \$ 2.296,57 | \$ 2.276,42 | \$ 2.256,28 | \$ 2.236,13 |
| VENTA DE ENERGIA | 0 | \$ 2.417,44 | \$ 2.397,29 | \$ 2.377,15 | \$ 2.357,00 | \$ 2.336,86 | \$ 2.316,71 | \$ 2.296,57 | \$ 2.276,42 | \$ 2.256,28 | \$ 2.236,13 |
| ENERGIA | 0 | 10984,66434 | 10893,12584 | 10801,58734 | 10710,04883 | 10618,51033 | 10526,97183 | 10435,43332 | 10343,89482 | 10252,35632 | 10160,81781 |
| EGRESOS FIJOS | \$ - | \$ 2.644,38 | \$ 2.554,32 | \$ 2.455,05 | \$ 2.345,65 | \$ 2.225,09 | \$ 2.092,21 | \$ 1.945,76 | \$ 1.784,36 | \$ 1.606,49 | \$ 1.410,45 |
| O&M | 0 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 0 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$1.449,98 | \$1.359,92 | \$1.260,65 | \$1.151,25 | \$1.030,69 | \$897,81 | \$751,36 | \$589,96 | \$412,09 | \$216,05 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ - | \$ -226,95 | \$ -157,02 | \$ -77,90 | \$ 11,35 | \$ 111,77 | \$ 224,51 | \$ 350,81 | \$ 492,06 | \$ 649,79 | \$ 825,68 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ - | \$ -226,95 | \$ -157,02 | \$ -77,90 | \$ 11,35 | \$ 111,77 | \$ 224,51 | \$ 350,81 | \$ 492,06 | \$ 649,79 | \$ 825,68 |
| DEPRECIACION (+) | 0 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ 20.288,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ 14.201,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$882,15 | \$972,22 | \$1.071,48 | \$1.180,88 | \$1.301,45 | \$1.434,33 | \$1.580,77 | \$1.742,17 | \$1.920,05 | \$2.116,08 |
| FLUJO NETO | \$ -6.086,40 | \$ -94,70 | \$ -114,84 | \$ -134,99 | \$ -155,13 | \$ -175,28 | \$ -195,42 | \$ -215,57 | \$ -235,71 | \$ -255,86 | \$ -276,01 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -6.086,40 | \$ -6.181,10 | \$ -6.295,94 | \$ -6.430,93 | \$ -6.586,06 | \$ -6.761,34 | \$ -6.956,77 | \$ -7.172,34 | \$ -7.408,05 | \$ -7.663,91 | \$ -7.939,92 |

| Periodo (Año) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| INGRESOS | \$ 2.215,99 | \$ 2.195,84 | \$ 2.175,70 | \$ 2.155,55 | \$ 2.135,40 | \$ 2.115,26 | \$ 2.095,11 | \$ 2.074,97 | \$ 2.054,82 | \$ 2.034,68 |
| VENTA DE ENERGIA | 2215,985942 | 2.195,84 | 2.175,70 | 2.155,55 | 2.135,40 | 2.115,26 | 2.095,11 | 2.074,97 | 2.054,82 | 2.034,68 |
| ENERGIA | 10069,27931 | 9977,740806 | 9886,202302 | 9794,663799 | 9703,125296 | 9611,586792 | 9520,048289 | 9428,509786 | 9336,971282 | 9245,432779 |
| EGRESOS FIJOS | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 | \$ 1.194,40 |
| O&M | 180 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 | \$ 180,00 |
| DEPRECIACION (-) | 1014,4 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 | \$ 1.014,40 |
| INTERES | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| UTILIDAD BRUTA | \$ 1.021,59 | \$ 1.001,44 | \$ 981,30 | \$ 961,15 | \$ 941,00 | \$ 920,86 | \$ 900,71 | \$ 880,57 | \$ 860,42 | \$ 840,28 |
| 15% UTILIDAD TRABAJADORES | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| 22% IMPUESTO A LA RENTA | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| UTILIDAD NETA | \$ 1.021,59 | \$ 1.001,44 | \$ 981,30 | \$ 961,15 | \$ 941,00 | \$ 920,86 | \$ 900,71 | \$ 880,57 | \$ 860,42 | \$ 840,28 |
| DEPRECIACION (+) | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 | 1014,4 |
| INVERSION | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PRESTAMO | \$ - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AMORTIZACION | 0 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 | \$0,00 |
| FLUJO NETO | \$ 2.035,99 | \$ 2.015,84 | \$ 1.995,70 | \$ 1.975,55 | \$ 1.955,40 | \$ 1.935,26 | \$ 1.915,11 | \$ 1.894,97 | \$ 1.874,82 | \$ 1.854,68 |
| FLUJO ACUMULADO | \$ -5.903,93 | \$ -3.888,09 | \$ -1.892,39 | \$ 83,16 | \$ 2.038,56 | \$ 3.973,82 | \$ 5.888,94 | \$ 7.783,90 | \$ 9.658,73 | \$ 11.513,41 |



5.6 Análisis del Valor Neto Actual (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

| | |
|-----|-------------|
| VAN | \$-1.309,12 |
| TIR | 7% |

5.7 Representación gráfica de flujo neto y capital acumulado

