

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA ECÓNOMICA DE LA IMPLANTACIÓN DE UNA PLANTA
FOTOVOLTAICA PARA LA ISLA DE PASCUA.

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional
de Ingeniero de Ejecución en GESTIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Sr. Patricio Claudio de la fuente Figueroa

Profesor Guía:

Ing. Ricardo José Cahe Cabach.

2019

Resumen ejecutivo

Keywords: ERNC, Fotovoltaica, Impacto ambiental, Energía eléctrica, Sustentable.

La transición energética que vive la sociedad moderna en Chile ha ido en exponencial aumento debido a las nuevas tecnologías de generación eléctrica convencional y energías renovable no convencionales (ERNC), estas últimas principales tendencias del sector eléctrico respecto a las bondades ambientales con las que cuentan estas tecnologías de generación de energía eléctrica, dentro de la cuales se destacan:

- La no generación de emisiones de CO_2 ni otros gases de efecto invernadero o de elevada toxicidad. Tampoco se generan vertidos peligrosos de ningún tipo ni residuos radioactivos.
- Requiere pequeños movimientos de tierra en comparación con otro tipo de instalaciones de generación eléctrica.

Chile posee unos de los niveles más altos de radiación para el desarrollo de proyectos solares fotovoltaicos a nivel mundial, por lo tanto, se hace de gran interés el invertir en energías limpias en zona rurales.

El sistema eléctrico de la Isla de Pascua se compone de una central generadora de energía en base a combustible diésel, lo que supone altos costos en generación por el valor del diésel que va en constante alza, el transporte de este y una serie de otros impactos ambientales. Es por esto que surge la necesidad de evaluar la prefactibilidad de económica y técnica de la implantación de una planta solar fotovoltaica con el fin de sustentar la demanda día de energía en la Isla y con ello generar un importante ahorro en el costo de la compra de diésel y mitigar los impactos ambientales que se producen por la generación de energía eléctrica en base a este combustible.

En el capítulo N°1: “Diagnóstico y metodología de evaluación”; se analizan tanto los aspectos generales y específicos del proyecto, en situación sin proyecto, donde se expone la situación actual de la planta generadora, su proceso de abastecimiento de combustible. Posteriormente se detallan los impactos y beneficios de la planta operando en la situación con proyecto.

En el capítulo n°2: “Análisis de prefactibilidad de mercado”; define el producto (energía eléctrica), se analiza la situación actual del mercado, evaluando la demanda actual y futura, las diversas variables que pueden afectar el proyecto, el comportamiento del mercado, análisis FODA, análisis del sistema de comercialización y por último un análisis de localización.

El capítulo n°3: “Análisis de prefactibilidad técnica”; apunta a desarrollar el proyecto en general, la selección de equipos, procesos productivos, rendimientos y calidad del producto.

En el capítulo n°4: “Análisis de prefactibilidad administrativa, legal, societaria, y tributaria, financiera y ambiental”; se entregan los cálculos del personal requerido, turnos y programas de trabajo. Además, se describe la parte legal, societaria, tributaria, financiera y ambiental relacionada con el proyecto.

En el capítulo n°5: “Evaluación económica”; se analizan todos los aspectos económicos del proyecto, presentando los flujos de cajas estimados en 15 periodos (años) y análisis de sensibilidad conforme a la reducción de la producción de energía supeditada al comportamiento climático (luz solar). Los análisis de sensibilidad son proyectados bajo el financiamiento puro del proyecto.

Este proyecto presenta un VAN de 164.153 USD una TIR de 15% y un PRI de 14 años con financiamiento puro, con un 25% de financiamiento externo tiene un VAN de 264.278 USD una TIR de 16% y un PRI de 13 años, con financiamiento externo del 50% se tiene un VAN de 364.404 USD una TIR de 18% y un PRI de 12 años, el proyecto con un financiamiento del 75% tiene un VAN de 464.531 con una TIR de 22% y un PRI de 11 años.

Conclusión y recomendaciones: Se entregan los resultados del trabajo, evidenciando los resultados de la evaluación económica, evaluando las variables positivas y/o negativas para la instalación de la planta, la que concluye con un proyecto factible de ejecutar y de buena rentabilidad debido a su condición impositiva particular.

Introducción

La explotación por el hombre de las fuentes de energía renovable, entre ellas las energías solar, eólica e hidráulica, se remonta; desde muchos siglos antes de nuestra era ya se utilizaban y su empleo continuó durante toda la historia hasta la llegada de la "Revolución Industrial", en la que, debido al bajo precio del petróleo, fueron abandonadas.

En los últimos años, debido al incremento del costo de los combustibles fósiles y los problemas medioambientales derivados de su explotación, estamos asistiendo a un renacer de las energías renovables.

Las energías renovables son inagotables, limpias y se pueden utilizar de forma sustentable (ya que se pueden aprovechar en el mismo lugar en que se producen).

El método más sencillo para la captación solar es el de la conversión fotovoltaica, que consiste en convertir la energía solar en energía eléctrica por medio de células solares. Utilizando como materia prima las radiaciones solares. Admiten tanto la radiación directa como la difusa, lo que quiere decir que se puede conseguir energía eléctrica incluso en días nublados.

Diversas experiencias exitosas en otras islas en la implementación de energías renovables generan la inquietud de desarrollar e investigar la posibilidad de implementación de proyectos de esta índole en las islas de nuestro país, ejemplos como: Islas galápagos - Ecuador, Isla canarias – España, Isla Miyaco – Japón, Tokelau – Nueva Zelanda, Isla Tilos – Grecia.

El presente trabajo desarrolla un prefactibilidad técnico-económica de la implementación de una planta fotovoltaica para poder sustentar el mayor porcentaje posible de la demanda eléctrica del día para la isla de pascua, conforme a la disponibilidad de terrenos que posee la empresa filial CORFO SASIPA, SPA.

Se desarrolla una propuesta energética renovable no convencional de acuerdo a las factibilidades entregadas y la investigación de todas las prefactibilidades para elaborar un proyecto.

Índice

Resumen ejecutivo.....2

Introducción 1

CAPÍTULO 1 : DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 8

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 9

1.1. Diagnóstico.....9

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto 9

1.1.2. Objetivos del proyecto 10

1.1.2.2 . Objetivos específicos del proyecto 10

1.1.3. Contexto del desarrollo del proyecto 10

1.1.4. Tamaño del proyecto.....11

1.1.5. Impactos relacionados con el proyecto 12

1.2. Metodología.....12

1.2.1. Definición de situación sin proyecto.....12

1.2.2. Definición de situación con proyecto 13

1.2.3. Método para medición de beneficios y costos 13

1.2.4. Indicadores 14

1.2.5. Criterios de evaluación 14

1.2.6. Estructura del proyecto 15

CAPÍTULO 2 : ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO 16

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO 17

2.1. Definición del producto.....17

2.2. Análisis de la demanda.....17

2.3. Variables que afectan la demanda 20

2.4. Análisis de la oferta Actual y futura.....20

2.4.1. Análisis oferta futura (con proyecto fotovoltaico):.....22

2.5. Comportamiento del mercado 24

2.6. Determinación de precios 25

2.7. Análisis del sistema de comercialización 26

2.8. Análisis de localización 27

CAPÍTULO 3 : ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA 28

3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA 29

3.1. Descripción y selección de procesos.....29

3.2. Diagrama de flujo del proceso de generación pv 30

3.3. Selección de equipos.....31

3.3.1. Paneles Fotovoltáicos 31

3.3.2. Estructura para paneles Fotovoltáicos 32

3.3.3. Ferretería para Paneles fotovoltaicos.....32

3.3.4. Power Station 32

3.3.5. Cables BT 33

3.3.6. Cables MT	33
3.3.7. Cajas de Agrupación	33
3.3.8. Kit de Conexionado.....	34
3.3.9. Reconectador	34
3.3.10. Desconectador.....	34
3.3.11. Pararrayos	35
3.3.12. Protecciones BT	35
3.4. Proyectos complementarios.....	37
3.5. Lay out.....	37
3.6. Determinación de insumos.....	38
3.7. Flexibilidad y rendimiento	38
3.8. Consumos de energía	40
3.9. Programa de trabajo, turnos	40
3.10. Inversiones en equipo y edificaciones	41
3.11. Costos.....	45
3.11.1. Costos fijos	46
3.11.2. Costos variables.....	46
3.12. Inversiones en capital de trabajo.....	48
3.12.1. Ingresos	48
3.12.2. Fijación del precio de venta.....	48
3.12.3. Capital de trabajo	48
3.13. Costos de instalación y puesta en marcha.....	49
3.14. Costos de imprevistos	49
3.15. Costos totales de la inversión.....	50
CAPÍTULO 4 : ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA FINANCIERA Y AMBIENTAL.....	51
4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA FINANCIERA Y AMBIENTAL	52
4.1. Prefactibilidad administrativa.....	52
4.1.1. Personal administrativo.....	52
4.1.2. Estructura organizacional	52
4.1.3. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos	53
4.1.4. Gastos del personal	54
4.2. Estudio de prefactibilidad legal	55
4.2.1. Marco legal vigente nacional e internacional	55
4.2.2. Políticas de desarrollo industrial.....	55
4.2.3. Aspectos legales del giro del proyecto	55
4.2.4. Incentivos	56
4.2.5. Aspectos Laborales.....	56
4.2.6. Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente	56

4.3. Estudio de prefactibilidad societaria 56

 4.3.1. Relación entre los inversionistas 56

 4.3.2. Estructura societaria.....56

4.4. Estudio de prefactibilidad tributaria.....57

 4.4.1. Sistema tributario.....57

4.5. Estudio de prefactibilidad financiera.....57

 4.5.1. Fuentes de financiamiento 57

4.6. Prefactibilidad ambiental 58

 4.6.1. Impacto medio ambiente 58

CAPÍTULO 5 : EVALUACIÓN ECONÓMICA.....61

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....62

 5.1. Consideraciones del proyecto a utilizar.....62

 5.2. Ingresos operacionales.....63

 5.3. Egresos operacionales.....63

 5.4. Valor residual 64

 5.5. Fuentes de financiamiento 64

 5.6. Amortización 64

 5.7. Flujo de caja 66

 5.8. Proyecto puro.....66

 5.9. Proyecto con financiamiento externo de 25%,50% Y 75% por entidad financiera 68

 5.10. Resumen de los resultados del proyecto.....72

 5.11. Análisis de sensibilidad.....72

 5.11.1. Sensibilización del proyecto puro.....72

 5.11.1.1 Sensibilización con respecto a la producción.....72

 5.12. Conclusiones y recomendaciones.....73

Bibliografía 74

Índice de Figuras

Figura 1-1. Ubicación del proyecto.....11

Figura 1-2. Grupos electrógenos 12

Figura 1-3. Proceso abastecimiento de diésel 13

Figura 2-1. Oficina comerciales 26

Figura 2-2. Ubicación.....27

Figura 2-3. Sitio 27

Figura 3-1. Esquematización panel de radiación 29

Figura 3-2. Inversor corriente continua a corriente alterna 30

Figura 3-3. Proceso de gestión de la energía.....30

Figura 3-4. Flujo del proceso 31

Figura 3-5. Estructura para panel fotovoltaico.....32

Figura 3-6. Estación de poder 33

Figura 3-7. Estructura cableado.....33

Figura 3-8. Caja de agrupación 33

Figura 3-9. Reconectador 34

Figura 3-10. Desconectador 35

Figura 3-11. Pararrayos 35

Figura 3-12. Protección baja tensión (BT).....36

Figura 3-13. Línea de media tensión 37

Figura 3-14. Lay out.....37

Figura 4-1. Organigrama.....52

Índice de Tablas

Tabla 2-1. Demanda anual de energía.....18

Tabla 2-2. - Para cálculo regresión lineal.....18

Tabla 2-3. - Tabla de estimación de demanda.....19

Tabla 2-4. - Distribución porcentual de la demanda.....20

Tabla 2-5. - Generación diaria anual promedio 22

Tabla 2-6. - Factores de interés 23

Tabla 2-7. - Oferta anual.....23

Tabla 2-8. - Análisis FODA.....25

Tabla 2-9. - Estrategias FODA.....25

Tabla 2-10. - Precios años 2018.....25

Tabla 3-1. Tipos de paneles fotovoltaicos 29

Tabla 3-2. Especificación mecánica panel fotovoltaico 31

Tabla 3-3. Especificación eléctrica panel fotovoltaico 32

Tabla 3-4. Método ponderado de selección.....36

Tabla 3-5. Insumos 38

Tabla 3-6. Promedio radiación solar global 39

Tabla 3-7. Promedios mensuales de energía captada 39

Tabla 3-8. Inversión paneles fotovoltaicos 41

Tabla 3-9. Estructuras paneles 41

Tabla 3-10. Power station 41

Tabla 3-11. Cables Baja Tensión BT 42

Tabla 3-12. Cables media tensión MT 42

Tabla 3-13. Cajas de agrupación.....42

Tabla 3-14. Conectores baja tensión BT 43

Tabla 3-15. Protecciones baja tensión BT.....43

Tabla 3-16. Reconectador 43

Tabla 3-17. Desconectador.....43

Tabla 3-18. Pararrayos.....44

Tabla 3-19. Prospección arqueológica.....44

Tabla 3-20. Ingeniería.....44

Tabla 3-21. Obras civiles.....44

Tabla 3-22. Obras eléctricas 45

Tabla 3-23. Inversiones en equipos 45

Tabla 3-24. Costos fijos.....46

Tabla 3-25. Valor diésel proyectado (USD/Barril).....46

Tabla 3-26. Costos estimados diésel.....47

Tabla 3-27. Demanda promedio mensual 47

Tabla 3-28. Proyección ingresos y egresos capital de trabajo 49

Tabla 3-29. Costos de puesta en marcha.....49

Tabla 3-30. Costos totales de la inversión 50

Tabla 4-1. Personal administrativo.....52

Tabla 4-2. Descripción y responsabilidad de cargos "Jefe de parque".....53

Tabla 4-3. Descripción y responsabilidad de cargos "Responsable QSE".....53

Tabla 4-4. Descripción y responsabilidad de cargos "Capataz" 53

Tabla 4-5. Descripción y responsabilidad de cargos "Jefe de equipo" 54

Tabla 4-6. Descripción y responsabilidad de cargos "Técnico en mantenimiento" 54

Tabla 4-7. Gastos del personal 54

Tabla 5-1. Índices bursátiles de los últimos diez años 63

Tabla 5-2. Proyecciones en ahorro 63

Tabla 5-3. Total costos de operación.....64

Tabla 5-4. Valor residual.....64

Tabla 5-5. Amortización pago de préstamo al 75% de financiamiento 65

Tabla 5-6. Amortización pago de préstamo al 50% de financiamiento 65

Tabla 5-7. Amortización pago de préstamo al 25% de financiamiento 65

Tabla 5-8. Flujo de caja puro 67

Tabla 5-9. Flujos de caja proyecto 25% de financiamiento.....69

Tabla 5-10. Flujos de caja proyecto 50% de financiamiento.....70

Tabla 5-11. Flujos de caja proyecto 75% de financiamiento.....71

Tabla 5-12. Resumen de resultados de flujos de cajas 72

Tabla 5-13. Sensibilización del proyecto puro (ingresos).....72

Índice de Gráficos

Gráfico 2-1. Perfil de demanda energética.....17

Gráfico 2-2. Perfil horario de consumo 17

Gráfico 2-3. Proyección demanda energética 19

Gráfico 2-4. Distribución de la Demanda.....20

Gráfico 2-5. Producción grupos electrógenos 21

Gráfico 2-6. Perfil horario de Generación.....21

Gráfico 2-7. Promedio mensual P.V.....22

Gráfico 2-8. Producción promedio mensual PV.....23

Gráfico 2-9. Oferta del parque 24

Gráfico 5-1. Valor del VAN al variar la producción energética (Proyecto puro).....73

Gráfico 5-2. Valor del TIR al variar los ingresos Proyecto puro Al sensibilizar la producción de energía, se puede observar que cuando se disminuyen la Producción hasta un -7.2% del valor promedio este proyecto aún presenta rentabilidad. 73

Índice de Ecuaciones

Ecuación 2-1. Regresión lineal.....19

Ecuación 2-2. - Cálculo precio.....26

Ecuación 3-1. factor de planta.....40

CAPÍTULO 1 : DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1.1. Diagnóstico

1.1.1. Antecedentes generales y específicos del proyecto

La energía solar fotovoltaica recibe el nombre de energía solar aquella que proviene del aprovechamiento directo de la radiación del sol, y de la cual se obtiene electricidad a través de paneles fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos que constan de un conjunto de celdas solares, se utilizan para la producción de electricidad, y constituyen una adecuada solución para el abastecimiento eléctrico en las áreas rurales que cuentan con un recurso solar abundante. La electricidad obtenida mediante los sistemas fotovoltaicos puede utilizarse en forma directa, o bien ser almacenada en baterías para utilizarla durante la noche.

La mayor ventaja de la energía solar es su disponibilidad ilimitada y que no libera partículas o gases de efecto invernadero. La forma más común de generación de electricidad solar consiste en la aplicación de muchas instalaciones fotovoltaicas pequeñas, por lo que se trata más bien de una energía descentralizada, sumando la ventaja de reducir los costos y la pérdida de rendimiento de la energía en los sistemas de distribución. La energía solar contribuye a disminuir la dependencia de la energía importada o producida en grandes plantas de generación centralizada. En Chile, la energía solar es utilizada preferentemente en la zona norte del país, en donde existe uno de los niveles de radiación más altos del mundo, específicamente entre la Región de Arica y Parinacota y la de Coquimbo. No obstante, en todo Chile la energía solar es lo suficientemente intensa para poder aprovecharla de forma económica y eficiente, usando tecnología adecuada para cada caso.

Considerando que Chile importa cerca del 60% del total de su energía primaria, se hace indispensable la incorporación de nuevos y mejores estándares de eficiencia energética dirigidos a potenciar la creación de nuevas plantas de ERNC.

El sistema eléctrico de la Isla de Pascua se compone principalmente de una central diésel que abastece de energía a toda la comunidad de Rapa Nui, lo que implica una serie de desventajas:

- Dependencia de un solo recurso que no es propio de la isla.
- Crecimiento sostenido de los costos pagados por cada usuario, debido al alza de combustible.
- Altos costos asociados al transporte del combustible desde el continente.
- Crecientes emisiones de CO_2 generando un mayor impacto ambiental.

El Sistema Eléctrico –SE– de Rapa Nui es operado por la empresa filial CORFO Agrícola y Servicios Isla de Pascua SpA -desde ahora en adelante SASIPA. Quienes cuentan con disponibilidad de terreno de 3 hectáreas, para poder evaluar la factibilidad de la instalación de una planta fotovoltaica en el lugar.

1.1.2. Objetivos del proyecto

1.1.2.1. Objetivo general del proyecto

Evaluar la instalación de una planta fotovoltaica en la Isla de Pascua en terrenos de la empresa SASIPA.

1.1.2.2. Objetivos específicos del proyecto

- Estimar y analizar la disponibilidad y potencial del recurso solar en base a terrenos disponibles por SASIPA, para el desarrollo de una planta fotovoltaica.
- Proyectar la demanda de energía eléctrica, identificando uso por tipo de cliente y considerando tasas de crecimiento históricas.
- Evaluar la reducción en el impacto ambiental con la implementación de una planta fotovoltaica.
- Determinar la reducción de los costos asociados para la generación de energía por Diésel.

1.1.3. Contexto del desarrollo del proyecto

El Sistema Eléctrico –SE– está compuesto únicamente por segmentos de generación y distribución, pues actualmente no posee sistemas de transmisión -redes eléctricas con niveles de tensión mayores a 23 kV-.

La generación eléctrica se realiza con generadores diésel, y una subestación elevadora de tensión, la cual se conecta directamente al nivel de MT del sistema de distribución.

Actualmente, la generación se encuentra concentrada en las inmediaciones del Aeropuerto, en la denominada Central Mataverí, único recinto emplazado para estos fines. En este mismo lugar se ubica la subestación elevadora del sistema de generación, la cual transforma la electricidad generada desde los 0,38 kV a 6,6 kV, para luego ser inyectada en el sistema de distribución de media tensión. A partir de éste, se conectan las subestaciones reductoras de 6,6 kV a 0,38/0,22 kV. Dichas subestaciones inyectan la electricidad en el sistema de distribución en baja tensión, los cuales poseen la mayoría de los empalmes de clientes del sistema eléctrico de SASIPA.

La matriz de Rapa Nui ha estado constituida exclusivamente por hidrocarburos, en particular por diésel. Esta situación ha provocado una fuerte dependencia desde el continente para el suministro del recurso, con el consecuente riesgo de desabastecimiento, lo cual se comprende como un factor crítico en cuanto a la seguridad energética de la isla, al depender enteramente de factores exógenos que escapan a su capacidad de manejo y control. Esta sensación se incrementa al considerar la poco aprovechada disponibilidad de fuentes de generación renovable de la isla. Junto a esto, el alto costo de la energía, debido principalmente al traslado de diésel y el crecimiento inorgánico de la zona urbana (pueblo de Hanga Roa), han instalado al suministro energético en una situación de incertidumbre y riesgo constante. La azarosa planificación del crecimiento de Hanga Roa ha ocasionado una serie de dificultades en el sistema eléctrico, provocando el aumento sostenido del consumo de diésel para generación eléctrica durante los últimos 15 años, alcanzando 2,6 millones de litros en 2012, que se estima que podría seguir aumentando durante los próximos años. Así, el crecimiento constante de la demanda ha agudizado esta sensación de vulnerabilidad en cuanto al abastecimiento.

1.1.4. Tamaño del proyecto

El Tamaño del proyecto está sujeta a la disponibilidad de terrenos que cuenta SASIPA. Los cuales ascienden a 3 hectáreas ubicadas a un costado del aeropuerto Mataveri, sin embargo, el proyecto constructivo corresponde a 2.68 hectáreas.



Figura 1-1 Ubicación del proyecto

Fuente: Google earth

La inversión aproximada requerida para el proyecto es de 2.400.000 USD, el número de trabajadores a contratar es de 8 personas.

1.1.5. Impactos relacionados con el proyecto

En cuanto a los impactos relacionados con el proyecto, es posible distinguir lo siguiente:

- Disminución de los costos asociados de la generación de energía eléctrica por Diésel.
- Disminución del impacto ambiental por emisiones de CO₂ la atmósfera de 1100 Ton/anuales.
- Generación de empleo para los habitantes de la Isla de Pascua.

1.2. Metodología

En esta sección se establecen los métodos que permitirán afrontar el desarrollo del proyecto con criterios claros de acuerdo al escenario real en la actualidad.

1.2.1. Definición de situación sin proyecto

El Sistema de Generación de SASIPA se encuentra compuesto por unidades diésel, las cuales se detallan a continuación:

GR N° 1 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW

GR N° 2 Caterpillar 3516,2.276 KvA = 1.820 kW prime / para trabajo continuo máximo 1.450 kW

GR N° 3 Caterpillar 3512,1.700 KvA = 1.360 kW Prime / para trabajo continuo máximo 1.100 kW

GR N° 4 General Electric 6L250, 2.000 KvA = 1.600 kW Prime / para trabajo continuo máximo 1.500kW

GR N° 5 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW

GR N° 6 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW

GR N° 7 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 Kw

Con un total de 6.750 kW de capacidad instalada.



Figura 1-2 Grupos electrógenos

Fuente: SASIPA. Spa

El abastecimiento de combustibles desde el continente es realizado normalmente con una frecuencia de 2 meses. Éstos son transportados desde el puerto de Valparaíso a través de barcos y descargado en Hanga Pico en el caso del gas licuado y en Vinapu para el resto de los combustibles. El proceso es presentado en la Figura 1-3.

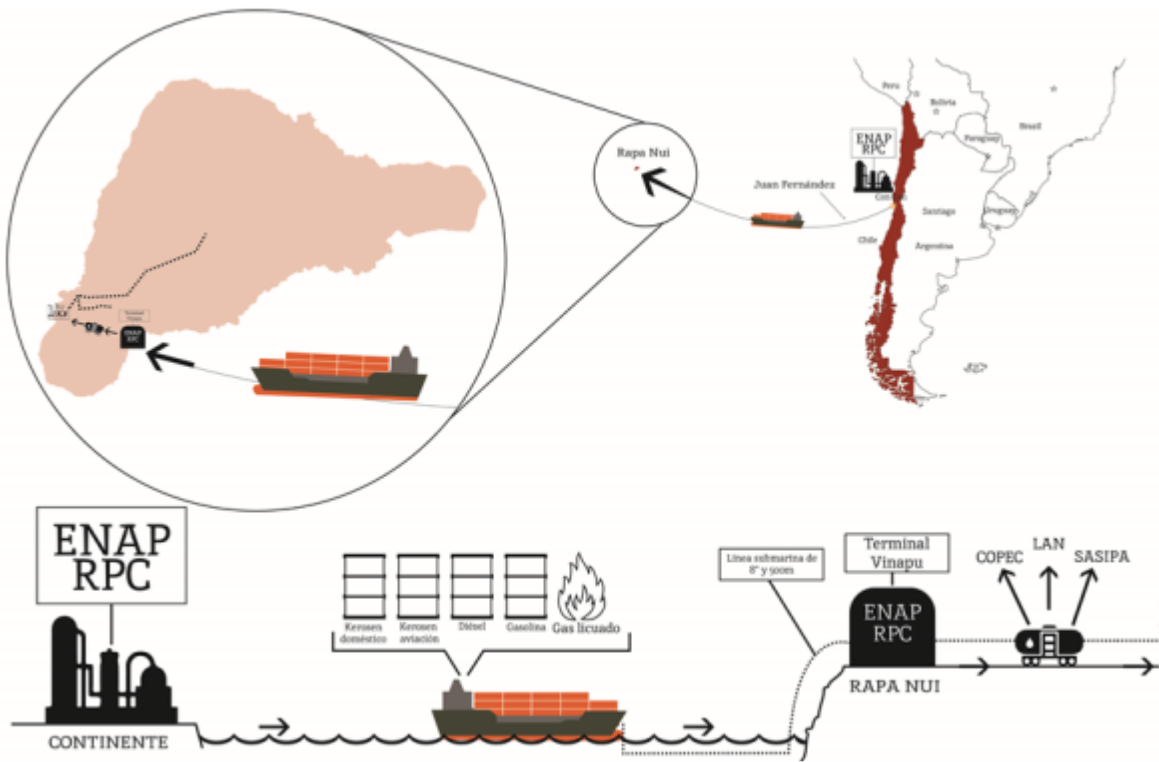


Figura 1-3 Proceso abastecimiento de diésel

Fuente: Centro energía FCFM.

1.2.2. Definición de situación con proyecto

Al instalar la planta fotovoltaica se pretende abastecer la demanda diaria de energía eléctrica en un 50%. Lo que implicaría un importante ahorro en los costos por generación con diésel.

La reducción en emisiones de Co2 a la atmosfera disminuyendo el impacto ambiental producido por la combustión de diésel.

1.2.3. Método para medición de beneficios y costos

Para la evaluación de los beneficios y costos se utilizarán flujos de cajas por periodos anuales estimados en 15 años, en conjunto con indicadores económicos.

Los beneficios están dados por el concepto de ahorro en la compra y transporte de diésel y también los ingresos asociados por el pago de cuentas de energía eléctrica.

En cuanto a los costos corresponden a los de inversión, costos fijos y mantención.

Los costos de inversión corresponden a ingeniería, inversión en equipos, maquinarias, transporte, puesta en marcha y capital de trabajo.

Los costos fijos, están constituidos por las remuneraciones del personal de operación y mantenimiento.

Los costos variables están representados principalmente por operación y mantenimiento por conceptos de cambio en el clima.

1.2.4. Indicadores

Los indicadores para la evaluación del proyecto se encuentran principalmente el VAN (Valor actual neto) y la TIR (Tasa interna de retorno) y el Payback que es el periodo de recuperación de la inversión.

Al evaluar el proyecto es posible comparar a través de estos indicadores, si un flujo de caja logra obtener la rentabilidad que el inversionista desea.

1.2.5. Criterios de evaluación

El criterio de evaluación se encuentra relacionado con la interpretación que se entrega a través de los indicadores de V.A.N. y T.I.R, Playback (Período de Recuperación de la Inversión), e IVAN (Índice de Exceso de Valor Actual Neto)

Se analizará el criterio del flujo de caja neta para determinar si conviene la inversión.

El criterio será si el valor actual neto (VAN) es mayor o igual que cero el proyecto se aceptará, en cambio si es menor que cero se rechaza el proyecto.

El criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR) se evaluará, para determinar si el proyecto se encuentra en función de una única tasa de rendimiento anual, en donde la totalidad de los beneficios actualizados sean exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual

El criterio será si la TIR es mayor o igual que la tasa de descuento fijada para el proyecto, indicará que éste es rentable, por lo tanto, se acepta el proyecto, en cambio si el TIR es menor que la tasa se rechaza el proyecto.

El tercer criterio de evaluación que es el Período de Recuperación de la Inversión (Playback), éste determina el periodo de recuperación que tendrá este proyecto para compararlo con lo que la empresa ha determinado conveniente, si ambos periodos son iguales o el de retorno de la inversión es menor al que la empresa espera, se entenderá que el proyecto es conveniente. El horizonte del proyecto se estima en 15 años contando desde el 2019, comprendiendo los sucesivos años hasta el 2033.

Por último, se evaluará el IVAN el cual muestra la relación entre la ganancia expresada en el VAN y la inversión inicial.

1.2.6. Estructura del proyecto

Este proyecto se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Introducción: Se entrega un primer acercamiento al tema dando a conocer el mercado del producto y su uso en general, indicando también los objetivos y alcance del proyecto.

Diagnóstico: Se entrega una idea general del proyecto y el mercado que se quiere abarcar.

Metodología: Se definen las situaciones con y sin proyecto, se indican los beneficios, los costos y los métodos de evaluación que se utilizarán.

Estudio de Mercado: En esta sección se definirá el producto, analizando la demanda, oferta actual y futura, el comportamiento del mercado, proveedores, localización y sistema de comercialización.

Estudio Técnico: Se analizará los principales aspectos técnicos, tales como los requerimientos de equipos necesarios para el proyecto, sus características y especificaciones técnicas como también el lay out adecuado para la optimización de los recursos y el monto de inversión.

Evaluación Económica y Financiera: Se analiza la información entregada por el estudio de mercado y el estudio técnico para poder construir los flujos de caja que se presentan. Conjuntamente se realiza un análisis de la rentabilidad y sensibilidad, para así entregar de este modo las herramientas necesarias a los evaluadores para tomar la decisión de invertir.

Conclusiones: Se estudiarán los resultados obtenidos, pudiendo generar diversas opiniones y recomendaciones.

CAPÍTULO 2 : ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

En este capítulo se analizará los distintos aspectos de un estudio de mercado.

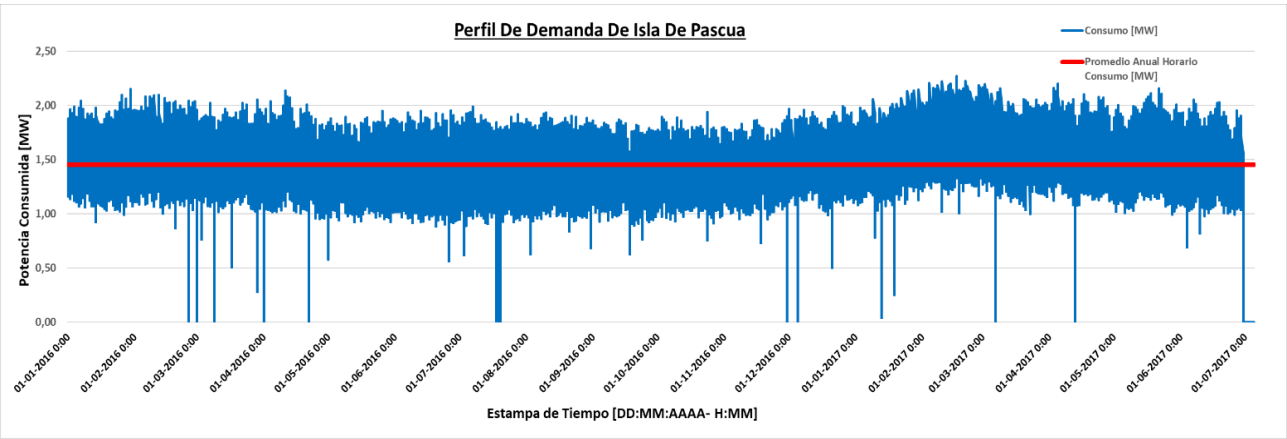
2.1. Definición del producto

La Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de origen solar producida por una planta fotovoltaica 100% renovable y limpia para el abastecimiento eléctrico de la Isla de Pascua.

2.2. Análisis de la demanda

Los datos entregados por SASIPA de demanda consumida para el periodo de enero 2016 hasta agosto de 2017, se pueden observar en el gráfico 2-1.

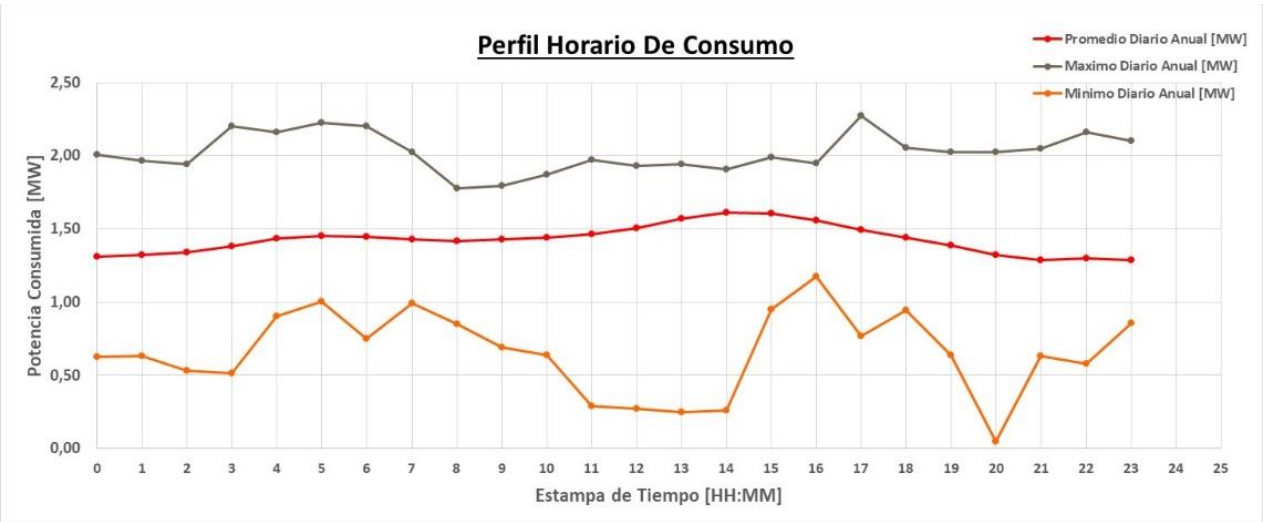
Gráfico 2-1. Perfil de demanda energética



Fuente: SASIPA Spa.

Del análisis de estos datos se puede observar cual es el comportamiento de la demanda horariamente, permitiendo así determinar los valores de consumo máximos y mínimos instantáneos, también se puede obtener las curvas de demanda anual-horaria para valores promedio, máximos y mínimos, se representan en el gráfico 2-2.

Gráfico 2-2. Perfil horario de consumo



Fuente: Elaboración propia.

De lo expuesto se puede determinar cuánto es la máxima potencia que se puede inyectar al sistema eléctrico de la Isla

El consumo promedio anual horario de la Isla de Pascua es: **1,46 MW**, mientras que la energía total consumida en un año (2016-2017) es: **12.488 MW/hr.**

Según los datos entregados por SASIPA, el registro de la evolución de la demanda se presenta en la tabla 2-1.

Tabla 2-1. Demanda anual de energía

Año	Consumo Anual de Energía [GWh-Anual]
2010	8,691
2011	9,264
2012	10,011
2013	10,794
2014	11,514
2015	11,721
2016	12,488
2017	13,184

Fuente: SASIPA Spa.

Con los datos entregados, se proyectó la demanda energética años para los años 2018 a 2038; con el fin de determinar la demanda para el horizonte de evaluación del proyecto

Para la proyección realizada se utilizó el método de regresión lineal, en la cual se calcularon los valores de los coeficientes a y b para la determinación de la ecuación de la recta con los valores de la tabla 2-2.

Tabla 2-2. - Para cálculo regresión lineal

Año	t(x)	demanda(y)	x * y	X ²	y ²
2010	1	8,691	8,691	1	76
2011	2	9,264	18,528	4	86
2012	3	10,011	30,033	9	100
2013	4	10,794	43,176	16	117
2014	5	11,514	57,570	25	133
2015	6	11,721	70,326	36	137
2016	7	12,488	87,416	49	156
Suma	28	74,483	315,74	140	804

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 2-1. Regresión lineal

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$Y = a + bX$$

Considerando el registro mostrado, se ajusta un modelo de regresión lineal para poder determinar la proyección de la demanda hasta el año **2038**. Expresados en la tabla 2-3.

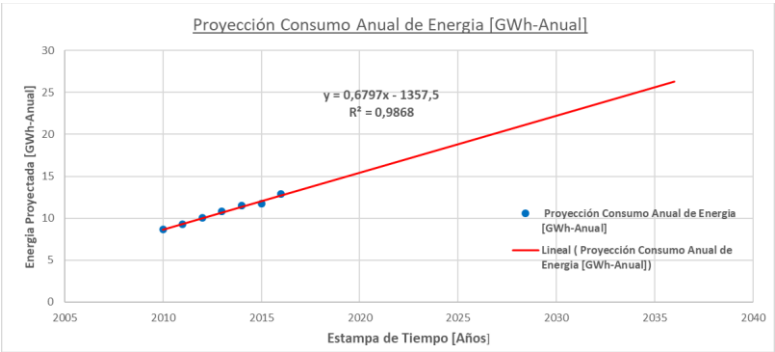
Tabla 2-3. - Estimación de demanda

Año	Demanda anual MW
2017	13,184
2018	13,820
2019	14,456
2020	15,092
2021	15,728
2022	16,364
2023	17,000
2024	17,636
2025	18,272
2026	18,908
2027	19,544
2028	20,180
2029	20,816
2030	21,452
2031	22,088
2032	22,724
2033	23,360
2034	23,996
2035	24,632
2036	25,268
2037	25,904
2038	26,540

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente se representa:

Gráfico 2-3 Proyección demanda energética



Fuente: Elaboración propia

2.3. Variables que afectan la demanda

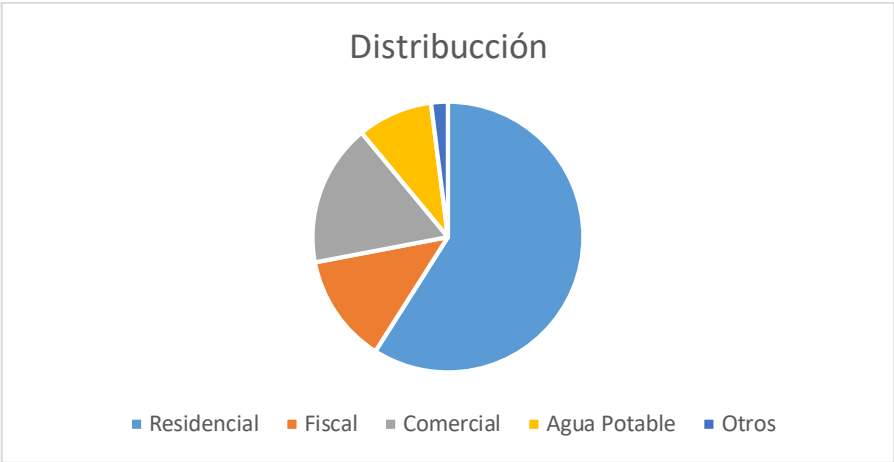
En el proyecto las variables que afectan en la demanda van a estar determinadas por los distintos tipos de usuarios y el consumo energético de Isla de Pascua de los cuales se dividen porcentualmente de la siguiente forma:

Tabla 2-4 - Distribución porcentual de la demanda

TIPO DE CLIENTE	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN [%]
Residencial	59%
Fiscal	13%
Comercial	17%
Agua Potable	9%
Otros	2%
TOTAL	100%

Fuente: SASIPA Spa.

Gráfico 2-4 Distribución de la Demanda



Fuente: SASIPA Spa.

Cabe destacar que SASIPA indica que el crecimiento total de todas las variables es de un 6% aproximadamente.

2.4. Análisis de la oferta Actual y futura

Actualmente la Central Eléctrica Mataveri (propiedad de SASIPA Spa) es quien abastece de energía eléctrica a toda la comunidad de Rapa Nui. La generación eléctrica se realiza con 7 máquinas (grupos electrógenos), las que entregan una potencia instalada de 8,05 MW en régimen continuo.

Los parámetros técnicos de estas máquinas son:

- GR Nº 1 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW
- GR Nº 2 Caterpillar 3516,2.276 KvA = 1.820 kW prime / para trabajo continuo máximo 1.450 kW
- GR Nº 3 Caterpillar 3512,1.700 KvA = 1.360 kW Prime / para trabajo continuo máximo 1.100 kW

GR Nº 4 General Electric 6L250, 2.000 KvA = 1.600 kW Prime / para trabajo continuo máximo 1.500kW

GR Nº 5 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW

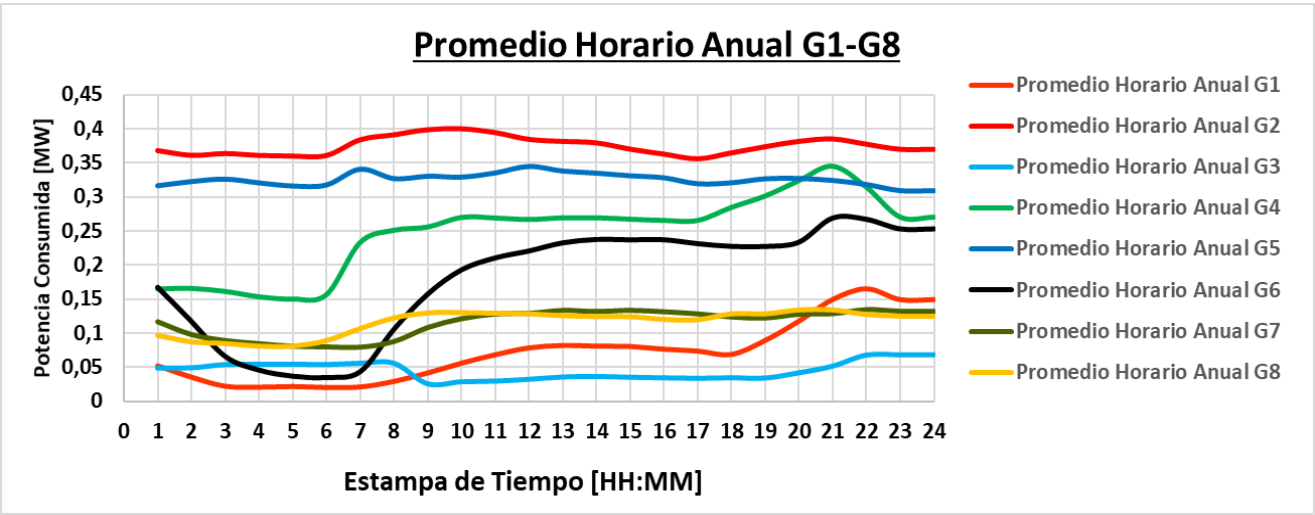
GR Nº 6 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW

GR Nº 7 Caterpillar C-32,1.000 KvA = 800 kW Prime / para trabajo continuo máximo 650 kW

*Cabe destacar que los 7 grupos electrógenos funcionan con diésel.

El perfil de generación promedio horario anual de cada unidad diésel se muestran en el gráfico 2-5.

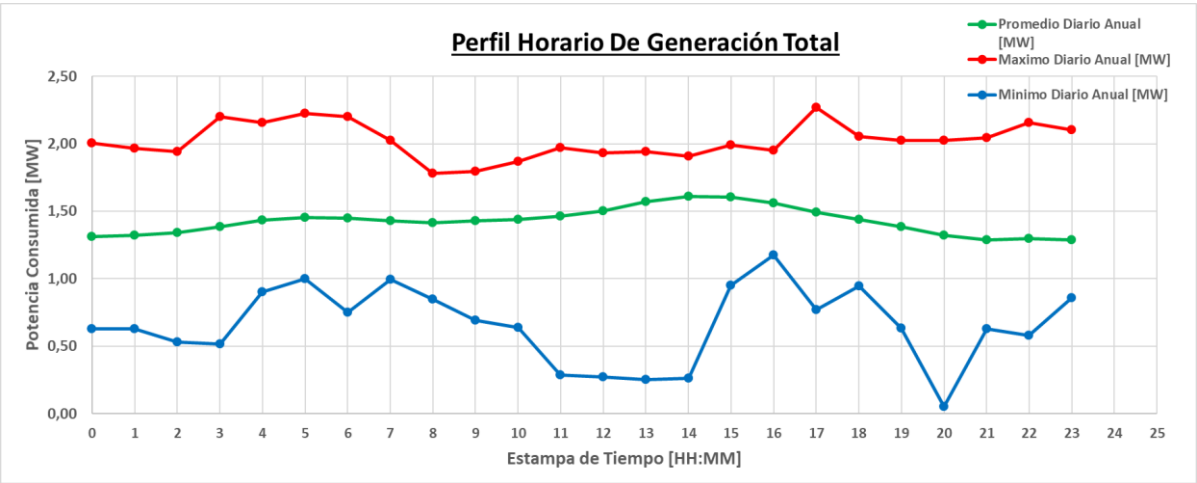
Gráfico 2-5 Producción grupos electrógenos



Fuente: Elaboración propia

El perfil de generación total (la suma de todos los generadores), se presenta en el gráfico 2-6.

Gráfico 2-6 Perfil horario de Generación



Fuente: Elaboración propia

Del análisis de los gráficos de perfil de generación según registros de los años 2016-2017 se determina que la generación total anual es de: **13,820 GW/hr.**

2.4.1. Análisis oferta futura (con proyecto fotovoltaico):

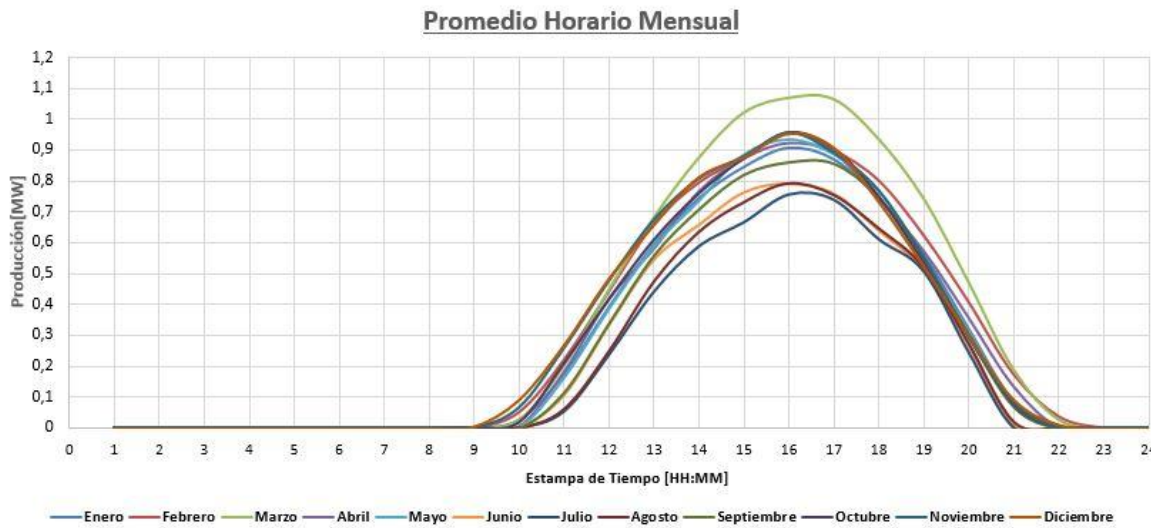
Considerando la instalación de una central fotovoltaica de: 1,5 MW, se realiza el análisis de recursos disponible donde se obtiene la siguiente generación diaria anual promedio:

Tabla 2-5 - Generación diaria anual promedio mW/hr

Promedio Horario Mensual	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00	0,0008637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005107
9:00	0,0277669	0,0498596	0,02640191	0,0057789	0	0	0	0	0	0,0167862	0,0648215	0,0907786
10:00	0,1745366	0,2193892	0,20128789	0,1819408	0,1610891	0,104602	0,0524708	0,0612895	0,1141245	0,2080864	0,2575206	0,2670022
11:00	0,3926091	0,4420509	0,44863651	0,4185552	0,3850967	0,3315022	0,2363422	0,2479961	0,3368585	0,4158696	0,4757627	0,4818648
12:00	0,595604	0,6610021	0,68241717	0,5817748	0,5884868	0,5441763	0,4411333	0,472943	0,5564289	0,6088632	0,6736324	0,6554421
13:00	0,7458601	0,7954668	0,87626705	0,7670341	0,7367353	0,6569661	0,588622	0,6335046	0,705683	0,7591754	0,8071654	0,8098082
14:00	0,8470478	0,8751266	1,02257834	0,8735989	0,8867884	0,7626853	0,6666984	0,7294572	0,8179247	0,8730187	0,8793211	0,8736484
15:00	0,9090267	0,958905	1,07065189	0,9238399	0,9364648	0,7904457	0,7570374	0,7903794	0,8583301	0,9565878	0,9553594	0,9504129
16:00	0,8716446	0,9009008	1,06588046	0,8903548	0,8887214	0,758172	0,7398725	0,752516	0,8540451	0,9050624	0,890741	0,9049514
17:00	0,7443332	0,8016979	0,93609281	0,7445263	0,770866	0,6389032	0,6117281	0,644954	0,7447202	0,7494993	0,7678337	0,7309358
18:00	0,5632774	0,6235652	0,74295879	0,5737281	0,5440916	0,509155	0,507405	0,5181011	0,548456	0,5334237	0,5514008	0,5223555
19:00	0,3225727	0,4068896	0,4715761	0,3572512	0,3128998	0,2646084	0,2442014	0,27302	0,2995389	0,2999464	0,2916634	0,3007082
20:00	0,0871672	0,1721939	0,18829887	0,1346187	0,0748413	0,0076687	0	0,0207099	0,0693343	0,0746875	0,0804994	0,0922719
21:00	0,0089239	0,0361464	0,02672932	0,0030112	0	0	0	0	0	0	0	0,0113347
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energía Promedio Diaria	6,291234	6,9431939	7,75977712	6,4560129	6,2860812	5,368885	4,8455111	5,1448708	5,9054443	6,4010067	6,6957215	6,6966218
Energía Promedio Mensual	195,02825	194,40943	240,553091	193,68039	194,86852	161,06655	150,21084	159,49099	177,16333	198,43121	200,87165	207,59527
Energía Proyectada Anual	2273,3695											

Fuente: Elaboración propia

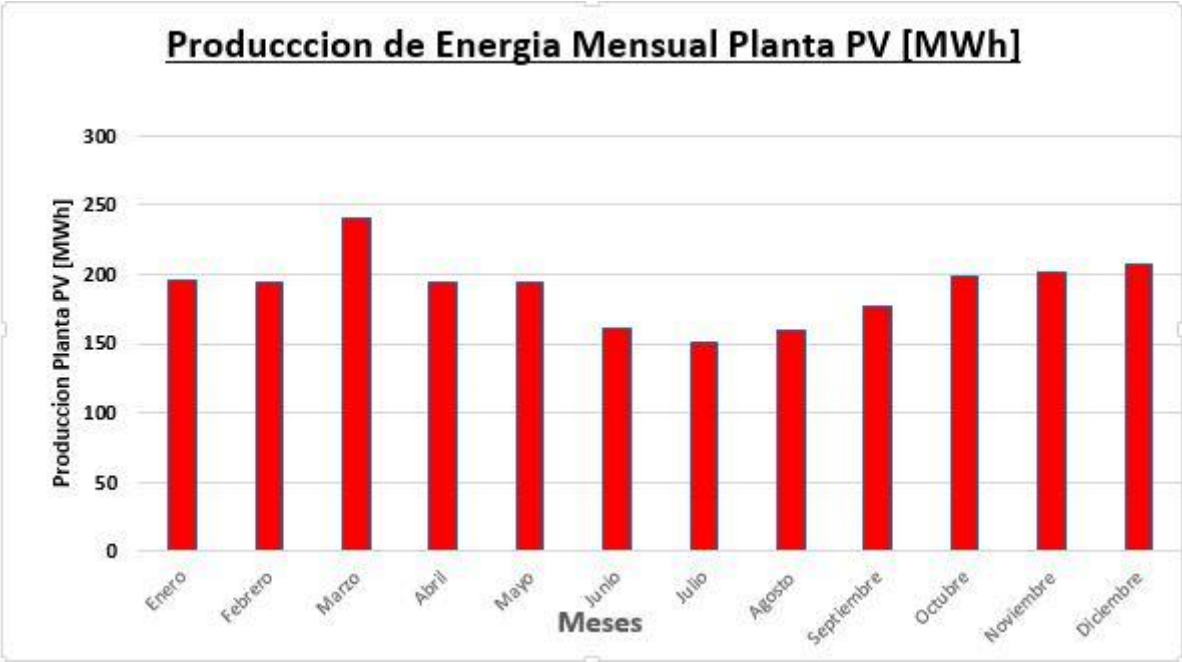
Gráfico 2-7 Promedio mensual P.V.



Fuente: Elaboración propia

La cual permite obtener la siguiente generación mensual promedio de la PV (planta fotovoltaica):

Gráfico 2-8 Producción promedio mensual PV.



Fuente: Elaboración propia

Del análisis del recurso se obtienen los siguientes factores de interés:

Tabla 2-6 - Factores de interés

Total Diario Promedio	6,281 MW-h
Total Anual	2273 MW-h
Factor De Planta	18%

Fuente: Elaboración propia

Con el valor promedio anual se puede determinar la oferta anual y durante todo el horizonte del proyecto. *Valores aproximados y dependientes del cambio climatológico.

Tabla 2-7 - Oferta anual % de energía

AÑO	OFERTA PV
2018	16,45%
2019	15,73%
2020	15,06%
2021	14,45%
2022	13,89%
2023	13,37%
2024	12,89%
2025	12,44%
2026	12,02%
2027	11,63%
2028	11,27%
2029	10,92%

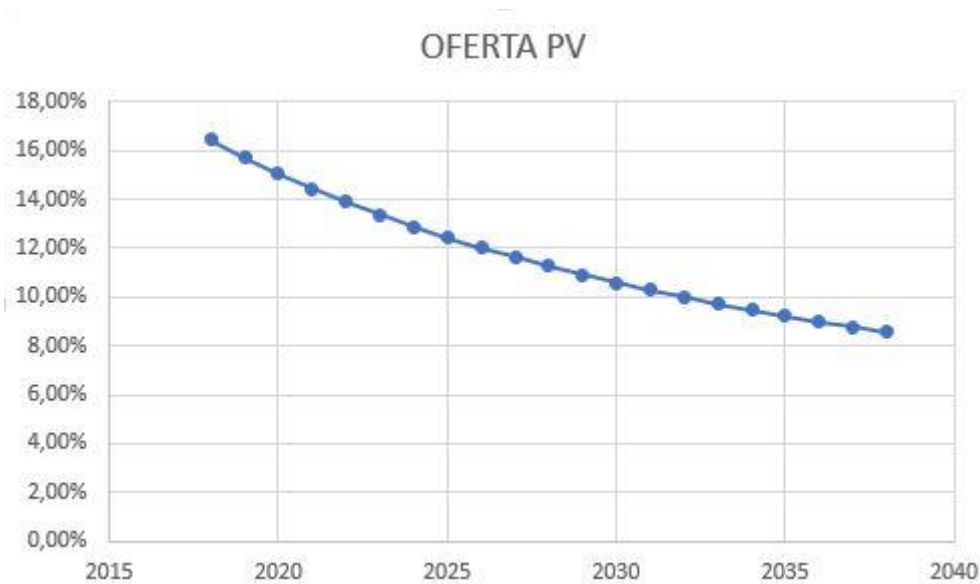
Tabla 2 7 - Oferta anual % de energía (continuación)

AÑO	OFERTA PV
2030	10,60%
2031	10,29%
2032	10,00%
2033	9,73%
2034	9,47%
2035	9,23%
2036	9,00%
2037	8,78%
2038	8,57%

Fuente: Elaboración propia

Según los datos entregado en la tabla, se puede graficar la oferta del parque PV (planta fotovoltaica), en el siguiente gráfico:

Gráfico 2-9 Oferta del parque



2.5. Comportamiento del mercado

SASIPA al ser un monopolio natural no tiene competencia, en una zona geográfica determinada, es una empresa que tiene costos económicos inferiores a los que tendría si además existiera otra firma operando simultáneamente en esa misma zona, por lo tanto, cuenta con una cartera de clientes cautivos sin tener grandes cambios

A la vez es regulada por la SISS (superintendencia de servicios sanitarios) y sus tarifas son fijadas en conformidad con la Ley de Tarifas de los Servicios Sanitarios D.F.L. N° 70 de 1988

A continuación, se realizará un análisis FODA, información que posteriormente servirá para generar una matriz y con eso las estrategias a seguir:

Tabla 2-8 - Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
*Ser monopolio natural implica un total control del mercado. *Reducción de emisiones de Co2 por producción de energía limpia. *Creación de nuevos empleos para residentes de la Isla	*Recurso energético disponible en el día, mientras el peak de consumo es en la noche. *Alto costo de inversión.
Oportunidades	Amenazas
*Tecnología con gran aceptación de la comunidad. *Sostenido desarrollo de equipos más eficientes y competitivos. *Fácil traslado a la Isla	*La salinidad del ambiente puede incidir en costos de mantención y vida útil.

Fuente: Elaboración propia

Ahora, a partir del análisis FODA, se construye una matriz de estrategias considerando las 4 dimensiones. Se presenta a continuación:

Tabla 2-9 - Estrategias FODA

FO	DO
*Implementación de actividades de vinculación con la comunidad y el medio, para fidelizar el desarrollo de nuevas obras de ERNC.	*Debido a la gran aceptación es que se implementarán cursos de uso eficiente de la energía (Día)
FA	DA
*A modo de mitigar el impacto de la salinidad es que se creará un efectivo equipo de mantención de paneles con residentes de la Isla.	*Implementación de programa de mantención nocturno a modo de aprovechar al máximo el recurso energético durante el día

Fuente: Elaboración propia

2.6. Determinación de precios

Las tarifas del servicio eléctrico vigentes a partir del 1 de diciembre de 2017 son las siguientes

Tabla 2-10. - Precios años 2018

Tarifa Monofásica para consumo menor a 76 KWH	\$/KWH	Monto
Tramo 0 – 50 KW/H	\$/KWH	74,60
Tramo 50 – 75 KW/H	\$/KWH	165,28

Tarifa Monofásica para consumo mayor a 75 KW/H	\$/KWH	Monto
Tramo 0 – 10 KW/H	\$/KWH	74,60
Tramo 11 – 75 KW/H	\$/KWH	165,28
Tramo sobre 75 KW/H	\$/KWH	274,64

Fuente: SASIPA Spa

Las tarifas explicitadas serán tarifas base para la proyección de los precios donde:

(P)= Precio, (Pb)= Precio base, (Pdp)= Precio diésel periodo, (Pdo)= Precio diésel base.

Ecuación 2-2. - Cálculo precio

$$(P) = \frac{(Pb) * (Pdp)}{(Pdo)}$$

Donde:

Precio base: dictado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), que posee la autoridad para proponer las tarifas reguladas (precios de nudo).

Precio diésel periodo: Precio promedio del periodo anual Precio Diésel base: Precio promedio base del Diésel del primer periodo anual.

2.7. Análisis del sistema de comercialización

El análisis de comercialización se basa en los cuatro aspectos fundamentales del modelo del mix de marketing de las 4Ps donde se define:

- El precio: El cual es definido por la Comisión Nacional de Energía y regulado por el precio del Diésel.
- La Plaza: Sitio N°1 MZ10, calle Hotu Matua s/n, Hanga Roa urbano, Isla de Pascua. En este predio se concentran las Oficinas Administrativas, Oficinas Comerciales y de Atención al Cliente, Galpón de maquinarias, Instalaciones trabajadores Distribución eléctrica y la Bodega de Materiales de la empresa.



Figura 2-1 Oficina comerciales

Fuente: SASIPA Spa

- El Producto: Como estrategia de la empresa, éste será de excelente calidad, ya que la procedencia cumple con las normas (NTCO) Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio Y (PMGD) Pequeños Medios de Generación Distribuida.

- **Promoción:** La estrategia se utiliza una vinculación y cercanía con el pueblo de Rapa Nui, a través de diversas actividades con la comunidad con visitas de niños y adolescentes a nuestras instalaciones para que puedan vivir en vivo y en directo nuestros procesos de generación y distribución, estos plasmados en nuestra página de internet: <http://www.sasipa.cl>

2.8. Análisis de localización

El proyecto se encontrará ubicado al sur del Aeropuerto Mataveri, en el extremo suroriente de la Isla de Pascua, perteneciente administrativamente a la Región de Valparaíso, Los cuales ascienden a 3 hectáreas.



Figura 2-2 Ubicación

Fuente: SASIPA Spa

En el sitio N°1 MZ10, calle Hotu Matua s/n, Hanga Roa urbano, Isla de Pascua. En este predio se concentran las oficinas administrativas, oficinas comerciales y de atención al cliente, galpón de maquinarias, instalaciones trabajadores distribución eléctrica y la bodega de materiales de la empresa.



Figura 2-3 Sitio

CAPÍTULO 3 : ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

El estudio técnico analiza los recursos necesarios para un eficiente y eficaz proceso de producción. Este análisis determina los equipos, maquinarias e instalaciones y costos respectivos de producción, como también las materias primas necesarias y su capital de trabajo.

3.1. Descripción y selección de procesos

El proceso de generación de energía eléctrica en una planta fotovoltaica (PV).

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica están basadas en el aprovechamiento del llamado efecto fotovoltaico que de forma muy resumida y desde el punto de vista eléctrico, el “efecto fotovoltaico” se produce cuando al incidir la radiación solar sobre los materiales semiconductores (Paneles Fotovoltaicos), los fotones que la constituyen son capaces de transmitir su energía y producir electricidad.

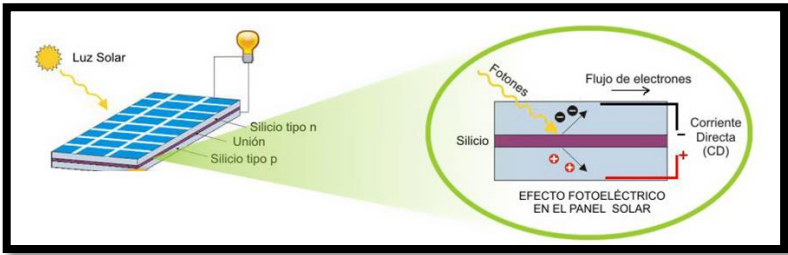


Figura 0-1 Esquematzación panel de radiación

Fuente: ACERA Chile

Es importante mencionar que existen diferentes tipos de paneles fotovoltaicos con diferentes rendimientos, en la tabla 3-1 se presentan los diferentes tipos de paneles.

Tabla 0-1 Tipos de paneles fotovoltaicos

CÉLULAS		RENDIMIENT O LABORATORIO	RENDIMEN TO DIRECTO	CARACTERÍSTICA S
	Monocristalino	24%	15-18%	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralsky)
	Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules
	Amorfo	16%	<10%	Tiene un color homogéneo (marrón) pero no existe conexión visible ente las células.

Fuente: Acciona Energía

Una vez que se tiene definido el campo fotovoltaico, la energía generada se transporta a través de los cables DC de 1000/1500Vdc hasta el Sistema de acondicionamiento de potencia o inversor.

El inversor es el dispositivo que convierte la corriente continua de los paneles solares en corriente alterna senoidal 400Vac en sistemas trifásicos y 220Vac en sistemas monofásicos, estos tienen un rendimiento de conversión entre el 92 y 97%

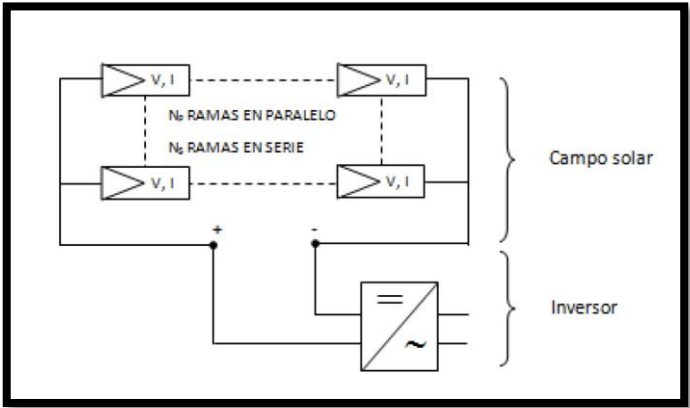


Figura 0-2. Inversor corriente continua a corriente alterna

Fuente: ACERA Chile

Una vez que se tiene la energía en baja tensión alterna, ésta es enviada a un transformador elevador de tensión, que trasforma el voltaje de baja tensión (BT) en media tensión (MT) para finalmente ser entregada al sistema eléctrico de la Isla.

La siguiente figura 3-3 resumen presenta todo el proceso descrito anteriormente:

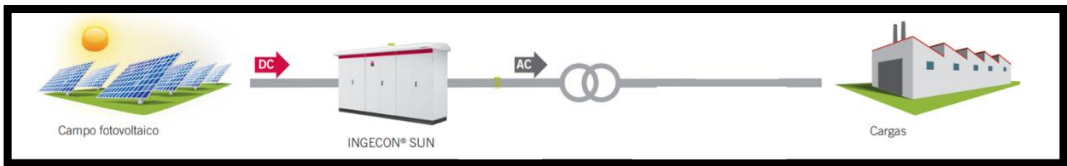


Figura 0-3. Proceso de gestión de la energía

Fuente: Elaboración propia

3.2. Diagrama de flujo del proceso de generación pv

El proceso de generación de energía de la central PV se presenta en la figura 3-4.

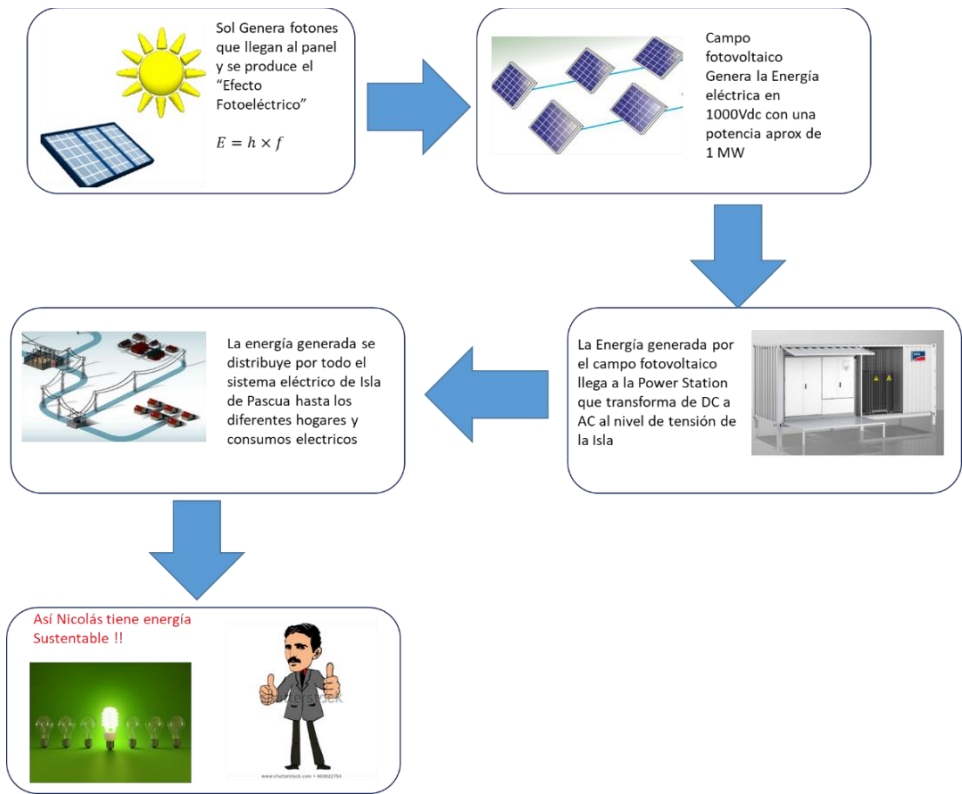


Figura 0-4. Flujo del proceso

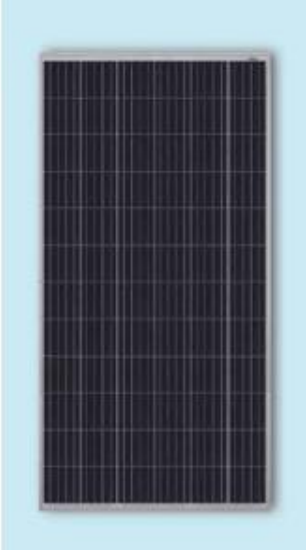
3.3. Selección de equipos

Los equipos y maquinarias necesarias para la implementación del proyecto son:

3.3.1. Paneles Fotovoltaicos: Los paneles solares o también llamados módulos o placas solares son dispositivos que tienen la función de convertir la energía que nos proporciona el Sol en electricidad. Resumiendo, son dispositivos que convierten la luz en electricidad.

Tabla 0-2 Especificación mecánica panel fotovoltaico

MECHANICAL PARAMETERS	
Cell (mm)	Poly 156x156
Weight (kg)	26 (approx)
Glass Thickness	4 mm
Dimensions (LxWxH) (mm)	1956x991x45
Cable Cross Section Size (mm²)	4
No. of Cells and Connections	72 (6x12)
Junction Box	IP67, 3 diodes
Connector	MC4 original
Packaging Configuration	23 Per Pallet



Fuente: Especificación técnica

Tabla 0-3 Especificación eléctrica panel fotovoltaico

ELECTRICAL PARAMETERS					
TYPE	JAP6-72-305/4BB	JAP6-72-310/4BB	JAP6-72-315/4BB	JAP6-72-320/4BB	JAP6-72-325/4BB
Rated Maximum Power at STC (W)	305	310	315	320	325
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.37	45.66	45.95	46.22	46.48
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	36.88	36.99	37.19	37.38	37.49
Short Circuit Current (Isc/A)	8.81	8.89	8.98	9.06	9.14
Maximum Power Current (Imp/A)	8.27	8.38	8.47	8.56	8.67
Module Efficiency [%]	15.73	15.99	16.25	16.51	16.77
Power Tolerance (W)	-0~+5W				
Temperature Coefficient of Isc (αIsc)	+0.058%/°C				
Temperature Coefficient of Voc (βVoc)	-0.330%/°C				
Temperature Coefficient of Pmax (γPmp)	-0.410%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5				

Fuente: Especificación técnica

3.3.2. Estructura para paneles Fotovoltaicos: Son elementos de aluminio que forman parte de un panel solar tienen la función de proteger y dar firmeza y funcionalidad al conjunto de paneles fotovoltaicos (ver figura 3-5).

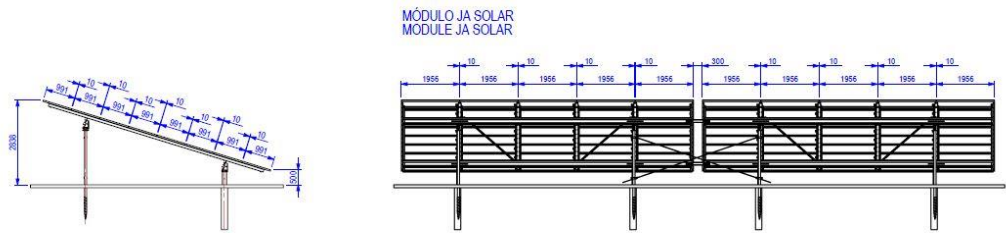


Figura 0-5. Estructura para panel fotovoltaico

Fuente: Especificación técnica

3.3.3. Ferretería para Paneles fotovoltaicos: Conjunto de elementos de ferretería para el montaje de los paneles.

3.3.4. Power Station: Es un conjunto de equipos eléctrico compuesto por: Inversor fotovoltaico, transformador elevador BT/MT, equipo de protección, tableros BT-MT y servicios auxiliares, los cuales se encuentran almacenados en un container. La ventaja de esta tecnología es que es plug and play.



Figura 0-6. Estación de poder

Fuente: Especificación técnica

3.3.5. Cables BT: cable RV-AL (1/1 kV), con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, adecuado para instalación exterior y resistente UV. La cubierta será de color rojo para el polo positivo y de color azul o negro para el polo negativo.

3.3.6. Cables MT: En el diseño se utilizarán cables unipolares directamente enterrados, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, cubierta de PVC o similar, pantalla de cobre, capa semiconductora externa, capa semiconductora interna, salvo que se especifique lo contrario.

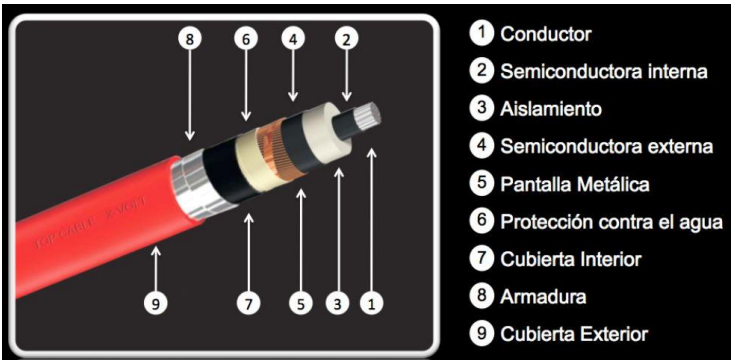


Figura 0-7 Estructura cableado

Fuente: Especificación técnica

3.3.7. Cajas de Agrupación: Una caja de agrupación sirve para conectar cada uno de los ramales de cables BT que provienen de los módulos fotovoltaicos.



Figura 0-8. Caja de agrupación

Fuente: <https://www.meteocontrol.com/en/photovoltaic-monitoring/accessories/string-monitoring-unit-smu-string-combiner-boxes-scbs/>

3.3.8. Kit de Conexionado: El kit dispondrá de conectores de perforación para la rápida conexión en el lado de los módulos e incluirá fusibles en todas las series.

3.3.9. Reconectador: Dispositivo de seguridad contra cortocircuitos y sobre corriente y permite el flujo constante de la energía, se emplea en las redes de distribución – preferentemente -y que es lo que hace, como su nombre lo dice “reconecta” automáticamente el flujo de la energía cuando ocurren fallas, sean temporales o por unos segundos, protegiendo la línea y los artefactos de los usuarios.



Figura 0-9 Reconectador

Fuente: NOVA-Cooper industries

3.3.10. Desconectador: componente electromecánico que permite separar de manera mecánica un circuito eléctrico de su alimentación, garantizando visiblemente una distancia satisfactoria de aislamiento eléctrico.



Figura 0-10 Desconectador

Fuente: HBSE

3.3.11. Pararrayos: Para la protección de las subestaciones de potencia, ante la presencia de sobretensión que se pueda generar tanto producto de maniobra o del tipo atmosférico según sea el nivel isoceráunico del lugar de instalación.



Figura 0-11 Pararrayos

Fuente: B7electric

3.3.12. Protecciones BT: Utilizado en los sistemas eléctricos de potencia para evitar la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada.



Figura 0-12 Protección baja tensión (BT)

Fuente: Schneider Electric

Validación y selección técnica de equipo principal

Para la elección de la PowerStation se debe evaluar técnicamente a los proveedores interesados en participar, estos proveedores son SMA e Ingeteam, ambas empresas dedicadas al diseño de PowerStation y con oficinas en Chile.

Para la selección del mejor proveedor se utiliza una matriz de decisión que permite evaluar diferentes ítems técnicos que ofrecen los proveedores, donde la evaluación de precios es indiferente debido a la diferencia marginal en costos entre ambos proveedores.

La matriz de decisión se presenta en la tabla 3-4.

Tabla 0-4 Método ponderado de selección

ADECUADO: 3 - INTERMEDIO: 2 - LIMITADO: 1				
Area	Criterio	Descripción	SMA	Ingeteam
1. Recursos				
1.1.	Curriculums	Se valorarán los curriculums de las personas asignadas al proyecto.	3	3
2. Presencia geográfica				
2.1	Presencia geográfica del proveedor en Chile	Se valorarán las infraestructuras del proveedor en Chile: personal y oficinas.	3	1
3. Experiencia				
3.1.	Experiencia en sistemas medianos	Se valorará la experiencia que el proveedor haya tenido previamente en Estudios de Conexión a	3	2
3.2	Experiencia del GridCode Chileno asociados a los	Se valorará la experiencia que el proveedor haya tenido previamente en el GridCode Chileno asociados a los requerimientos de centrales	3	2
3.3	Experiencia en proyectos en Isla de Pascua	Se valorará la experiencia que el proveedor haya tenido previamente con Acciona.	2	2
4. Planificación				
4.1.	Planning	Se valorará el planning presentado para la realización de los trabajos de acuerdo con las fechas reflejadas en la especificación técnica	2	2
4.2	Ingeniería, estudios y Diseño a entregar	Se valorará Ingeniería, estudios y Diseño a	2	2
4.4	Oferta técnica	Se valorará la oferta técnica suministrada por el proveedor para la realización de los trabajos.	1	1
5. Calidad				
5.1.	Aceptacion de los requerimientos de responsabilidad	Se valorarán la aceptacion de los requerimientos de responsabilidad solicitados por Sasipa	3	1
			2,4	1,8

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Proyectos complementarios

Los proyectos complementarios de la planta Fotovoltaica corresponden a la habilitación de una línea de media tensión de las siguientes características:

- Línea de Media tensión de 6.6kv con conexión a la subestación generadora Mataveri.
- Conductor eléctrico 2 AWG, cobre desnudo, con longitud de 450 m.
- 10 Postes de hormigón armado de 11,5 m de altura.

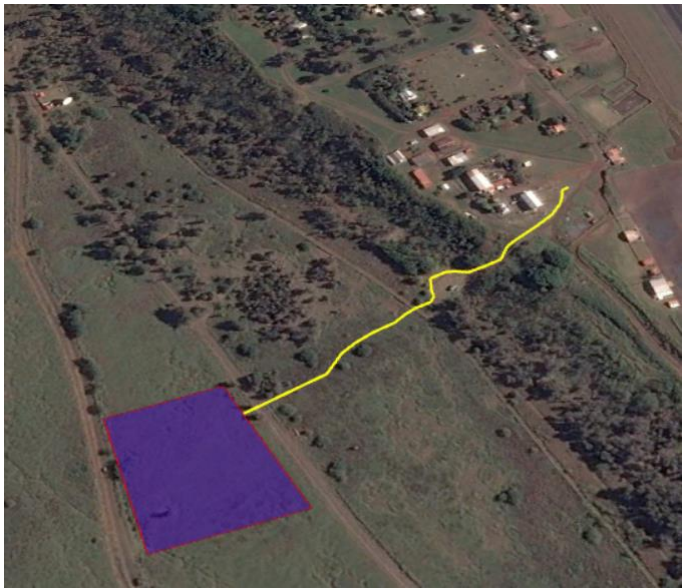


Figura 0-13 Línea de media tensión

Fuente: elaboración propia

3.5. Lay out

En la siguiente figura 3-14 se muestra el emplazamiento donde se va a instalar la central fotovoltaica:

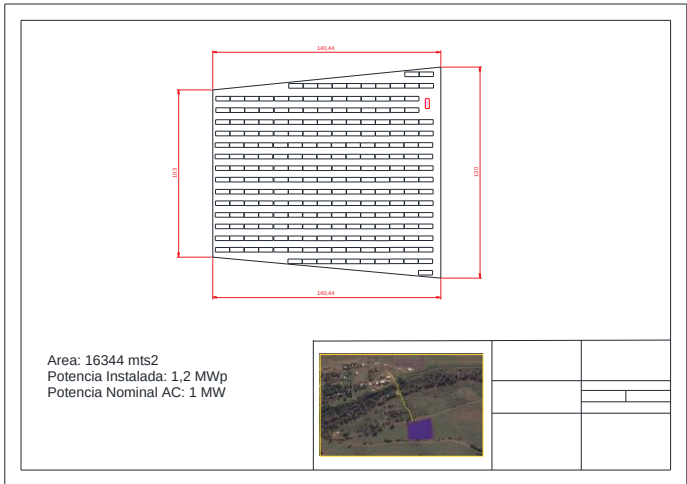


Figura 0-14 Lay out

Fuente: Elaboración propia.

La Planta consta de las siguientes áreas:

- Área de producción: La cual está compuesta por los módulos de paneles y suman un área de 16.344 mt^2 .
- Área de administración: Las oficinas administrativas de SASIPA.

3.6. Determinación de insumos

A continuación, se determinan los insumos que se requieren en la producción de energía eléctrica fotovoltaica.

El recurso solar es el principal insumo para la generación eléctrica, para su determinación se han considerado los siguientes datos reflejados en la tabla 3-5.

Tabla 0-5 Insumos

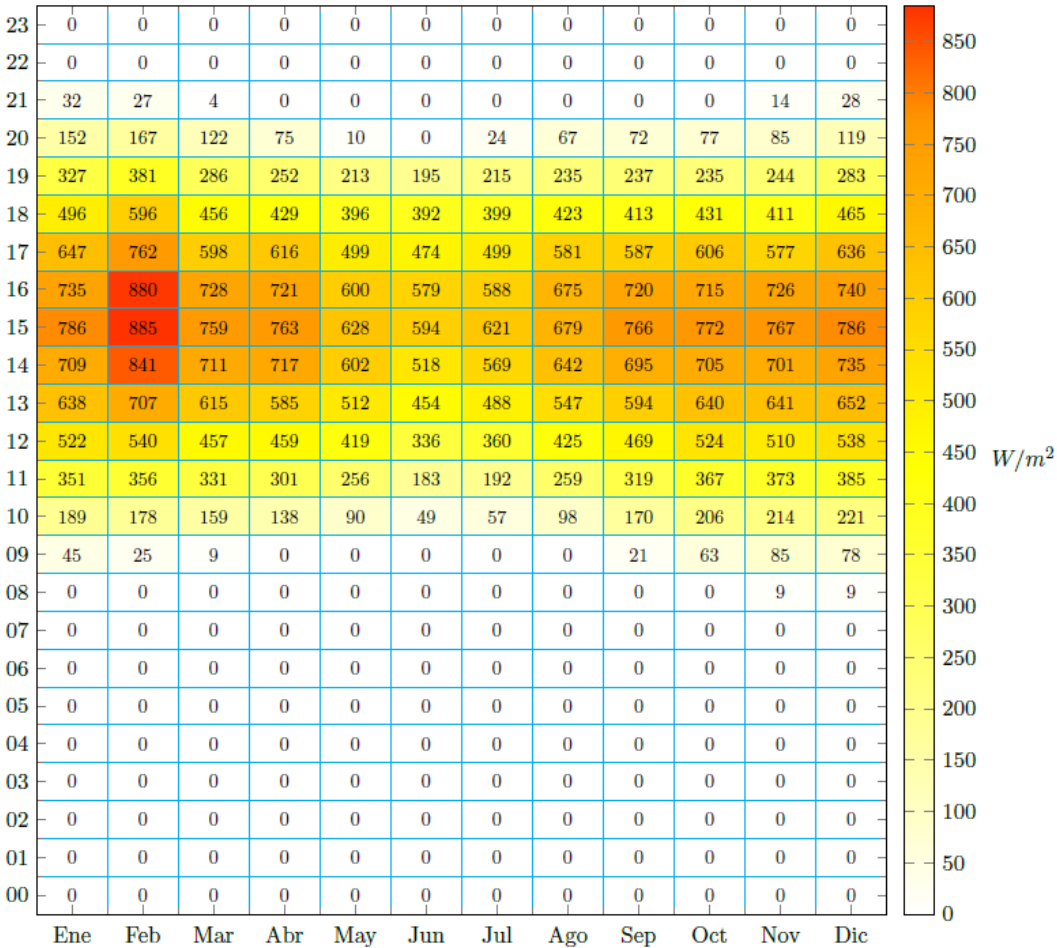
Mes	Temperatura ambiente	Humedad relativa	Radiación horizontal diaria	Velocidad del viento
	[°C]	[%]	[kWh/m ² /d]	[m/s]
Enero	23,2	74,3	7,95	4,4
Febrero	24	73,9	7,24	4,3
Marzo	23,8	73,5	6,09	4,5
Abril	22,8	74,2	4,64	5,1
Mayo	21,3	72,8	3,53	5,4
Junio	20,3	72,1	3	5,9
Julio	19,2	72	3,18	6
Agosto	18,7	73,2	4,03	5,4
Septiembre	18,8	74,5	5,03	5,4
Octubre	19	73,8	6,29	5
Noviembre	20,3	74,5	7,16	4,6
Diciembre	21,6	74	7,82	4,5
Anual	21,1	73,6	5,5	5

Fuente: Datos NASA para Isla de Pascua según ubicación geográfica (lat.: -27.119. long.: -109.355).

3.7. Flexibilidad y rendimiento

El rendimiento de la central fotovoltaica está definido por el recurso solar de la zona donde se va instalar la central, en este caso particular, de la radiación solar en la isla de pascua, el gráfico 3-1 presenta los valores promedio de la radiación global considerando un plano de inclinación de 27° (Angulo de inclinación de los paneles)

Tabla 0-6 Promedio radiación solar global



Fuente: centro energía FCFM

Considerando los niveles de radiación se estima la producción, diaria, mensual y anual estimada que se presentan en la tabla 3-7.

Tabla 0-7. Promedios mensuales de energía captada

Promedio Horario Mensual	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
9:00	0,03	0,05	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0,02	0,06	0,09
10:00	0,17	0,22	0,2	0,18	0,16	0,1	0,05	0,06	0,11	0,21	0,26	0,27
11:00	0,39	0,44	0,45	0,42	0,39	0,33	0,24	0,25	0,34	0,42	0,48	0,48
12:00	0,6	0,66	0,68	0,58	0,59	0,54	0,44	0,47	0,56	0,61	0,67	0,66
13:00	0,75	0,8	0,88	0,77	0,74	0,66	0,59	0,63	0,71	0,76	0,81	0,81
14:00	0,85	0,88	1,02	0,87	0,89	0,76	0,67	0,73	0,82	0,87	0,88	0,87
15:00	0,91	0,96	1,07	0,92	0,94	0,79	0,76	0,79	0,86	0,96	0,96	0,95
16:00	0,87	0,9	1,07	0,89	0,89	0,76	0,74	0,75	0,85	0,91	0,89	0,9
17:00	0,74	0,8	0,94	0,74	0,77	0,64	0,61	0,64	0,74	0,75	0,77	0,73
18:00	0,56	0,62	0,74	0,57	0,54	0,51	0,51	0,52	0,55	0,53	0,55	0,52
19:00	0,32	0,41	0,47	0,36	0,31	0,26	0,24	0,27	0,3	0,3	0,29	0,3
20:00	0,09	0,17	0,19	0,13	0,07	0,01	0	0,02	0,07	0,07	0,08	0,09
21:00	0,01	0,04	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energía Promedio Diaria [MWh]	6,29	6,34	7,76	6,46	6,29	5,37	4,85	5,14	5,91	6,4	6,7	6,7
Energía Promedio Mensual [MWh]	195,03	194,41	240,55	193,68	194,87	161,07	150,21	159,49	177,16	198,43	200,87	207,6
Energía Proyectada Anual [MWh]	2273,37											

Fuente: Elaboración propia

Una medida de rendimiento en este tipo de instalaciones es el factor de planta, por definición el factor de planta es la relación entre la energía generada por la central (típicamente un año) y la energía que debería generar la central si está operando a potencia nominal las 24 horas del año, matemáticamente esta relación se define de la siguiente forma:

Ecuación 0-1 factor de planta

$$FP = \frac{EGPV_{[MWh]}}{24 \times 365 \times P_{nominal PV_{[MWh]}}} \times 100[\%]$$

Donde:

FP: Factor de Planta de la Central PV, medido en %

EGPV: Energía generada en un año por la central PV medida en MWh.

Pnominal PV: corresponde a la potencia nominal de la central PV, medido en Mega Watt. Al evaluar se obtiene que el factor de planta es de **21,6%**

3.8. Consumos de energía

El consumo de energía propia de la central fotovoltaica está constituido por los siguientes elementos:

- Cabinas eléctricas de distribución
- Alumbrado camino principal
- Sistema de ventilación, alarma contra incendio y seguridad
- Consumos propios de la PowerStation.

El consumo total de la central corresponde a 12 kW lo que es equivalente al 1,2% de la potencia nominal de la central. El cual corresponde a un gasto anual de USD \$16, lo cual es marginal para las cifras del proyecto.

3.9. Programa de trabajo, turnos

El personal que trabajará en esta empresa es personal capacitado y con la experiencia necesaria para desarrollar cada una de las funciones a ejecutar, contratadas bajo la legislación laboral chilena de jornadas de trabajo de 45 Hrs. semanales con sus respectivas horas de descanso y colación.

Horas Extraordinarias

Las horas extraordinarias se considerarán según la ley como máximo 2 horas diarias con un pago al 50 % sobre el valor hora y los días Domingos y Festivos trabajados serán cancelados al 100 % según ley.

3.10. Inversiones en equipo y edificaciones

La estimación de costos está desarrollada respecto de BOQ (Bill of quantities), extraído de los estudios de ingeniería básica anteproyecto.

Tabla 0-8 Inversión paneles fotovoltaicos

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
PANELES FOTOVOLTAICOS				807.784,17
Paneles Fovovoltaicos	Wp	1.500.000,00	0,51	765.000,00
Transporte de panales (transporte local desde Puerto valpariso a l de Pascua	contenedor	10,00	4.278,42	42.784,17

Fuente elaboración propia

Tabla 0-9 Estructuras paneles

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
ESTRUCTURAS PANELES				152.285,94
Estructura para paneles Fovovoltaicos (mesas)	unidad	120,00	555,98	66.717,60
Transporte estructuras	unidad	20,00	PU (USD)	85.568,34

Fuente elaboración propia

Tabla 0-10 Power station

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
POWER STATION				91.192,80
POWERSTATION: Inverters supply DAP	Wn	1.429.687,95	0,06	82.635,96
Transporte Puerto a l de Pascua	contenedor	2,00	4.278,42	8.556,83

Fuente elaboración propia

Tabla 0-11 Cables Baja Tensión BT

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
CABLES BT				4.521,64
Cableado DC positivo	m	644,00	1,42	914,48
Cableado DC negativo	m	1.207,50	1,42	1.714,65

Fuente elaboración propia

Tabla 0-12 Cables media tensión MT

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
CABLES MT				750,00
OHL 13 mm2 Cu	m	100,00	7,50	750,00

Fuente elaboración propia

Tabla 0-13 Cajas de agrupación

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
CAJAS DE AGRUPACIÓN				28.857.30
Suministro de caja de agrupación (JB) de 2 entradas, incluso accesorios, prensaestopas, racores y bornes para entrada de 2 cables unipolares positivos y 2 cables unipolares negativos de 150 mm2 tipo RV-Al, y salida de 1 cable unipolar positivo y 1 cable unipolar negativo de 240 mm2 tipo RV-Al. La caja será de clase II, tensión de aislamiento de 1000 V, IP65 e irá fijada a la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos. La caja incluirá 1 interruptor-seccionador DC de 400 A, 1 descargador de sobretensiones clase II y borne de red de tierras con entrada para cable de tierra de hasta 50 mm2,	unidad	12,00	2.048,24	24.578,88

Fuente elaboración propia

Tabla 0-14 Conectores baja tensión BT

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
CONECTORES BT				1.868,25
Suministro de conectores de perforación simultánea de aislamiento para cable principal RV-Al 150 mm2	unidad	50,00	31,20	1.560,00
Suministro de kit de conectores (2 unidades), sección 150 mm² bimetálicos. Voltaje: 0,6/1 kV	Kit	25,00	12,33	308,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-15 Protecciones baja tensión BT

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
PROTECCIONES BT				606.16
	Kit	1	606.16	606.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-16 Reconector

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
RECONECTADOR				52,000
	Kit	1	52,000	52,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-17 Desconector

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
DESCONECTADOR				11.079,09
	Kit	6	18446,65	11.079,09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-18 Pararrayos

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
PARARRAYOS				5760
	1	6	960	5760

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-19 Prospección arqueológica

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
INFORME DE PROSPECCION ARQUEOLOGICA				5760
	1	6	47.297,00	47.297,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-20 Ingeniería

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
INGENIERIA				220.000
	1	6	220.000	220.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-21 Obras civiles

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
OBRAS CIVILES				388.397,05
	1	6	388.397,05	388.397,05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-22 Obras eléctricas

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU (USD)	PRECIO TOTAL
OBRAS ELECTRICAS				64.341,06
	1	6	64.341,06	64.341,06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 0-23 Inversiones en equipos

ITEM	COSTO (USD)
PANELES FOTOVOLTAICOS	807.784
ESTRUCTURAS METÁLICAS	152.286
FERRETERÍA PANELES	2.955
POWER STATION	91.193
CABLES BT	4.522
CABLES MT	750
CAJAS AGRUPACION	28.857
CONECTORES BT	1.868
RECONECTADOR	52.000
DESCONECTADOR	11.080
PARARRAYOS	5.760
PROTECCIONES BT	606
INFORME PROSPECCIÓN ARC.	47.297
INGENIERÍA	220.000
OBRAS CIVILES	388.397
OBRAS ELÉCTRICAS	64.341
COMPUTADORES	7.768
MUEBLES	725
TOTAL	1.888.189

Fuente: Elaboración propia

3.11. Costos

Los costos se dividen en costos fijos y costos variables, los costos fijos son independientes a la producción y los costos variables son proporcionales a la producción, esto se evaluarán en moneda dólar.

3.11.1. Costos fijos

Tabla 0-24 Costos fijos

Costos fijos (DÓLAR/AÑO)	Año 1	Años 2-5	Años 6-10	Años 11-15	Años 16-25
Personal O y M	6.469	6.663	6.796	6.932	7.071
Costo mantenimiento PV	3.281	3.281	4.241	4.384	4.528
Costo mantenimiento BOP	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124
Costo operación	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700
Totales	40.574	40.768	41.862	42.141	42.423

Fuente: Acciona energía chile (una planta en México de 1.25 MW)

3.11.2. Costos variables

La planta fotovoltaica no cuenta con costos variables dado que su producción está supeditada a la radicación solar recurso que no impacta en costos de mantención ni operación. Sin embargo, será mencionado los costos por producción de energía por la vía de generación diésel.

Según los datos entregados por SASIPA (memoria anual 2017), para la generación de energía del año 2017 se utilizaron 3,805 m³ para la generación anual de 13.184 GW, Lo que supone un rendimiento 1kWh/3.4 Lt diésel.

El valor del proyectado diésel representado en la tabla 3-24.

Tabla 0-25 Valor diésel proyectado (USD/Barril)

AÑO	USD/bbl
2018	64,4
2019	71,9
2020	76,4
2021	79,8
2022	82,4
2023	84
2024	85,5
2025	88,1
2026	90,47
2027	92
2028	92,6
2029	94
2030	96
2031	97,4
2032	98,2

Fuente: Comisión nacional de energía

Frente a la proyección del precio del diésel es que se estiman los costos asociados a la generación de energía por la vía del diésel, cabe destacar que los valores de los costos estimados son ya con la operación de la plata fotovoltaica.

Tabla 0-26 Costos estimados diésel

AÑO	COSTO USD
2018	\$ 1.375.565
2019	\$ 1.620.351
2020	\$ 1.811.647
2021	\$ 1.986.152
2022	\$ 2.147.805
2023	\$ 2.288.333
2024	\$ 2.429.785
2025	\$ 2.607.320
2026	\$ 2.783.895
2027	\$ 2.939.211
2028	\$ 3.067.321
2029	\$ 3.224.283
2030	\$ 3.405.826
2031	\$ 3.570.083
2032	\$ 3.714.935

Fuente: elaboración propia

También se elabora los costos variables diésel respecto a la diferencia del aporte energético de la planta fotovoltaica mensual y la demanda promedio mensual expresando los siguientes valores:

Tabla 0-27 Demanda promedio mensual

ITEM	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB RE	OCTUBRE	NOVIEMB RE	DICIEMBR E
Demanda mensual (Kwh)	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702	1.151.702
Producción PV (Kwh)	195.030	194.410	240.550	193.680	194.870	161.070	150.210	159.490	177.160	198.430	200.870	207.600
Producción diesel (kwh)	956.672	957.292	911.152	958.022	956.832	990.632	1.001.492	992.212	974.542	953.272	950.832	944.102
Consumo diesel (3,4LT/KWH)	281.374	281.557	267.986	281.771	281.421	291.362	294.557	291.827	286.630	280.374	279.657	277.677
BBO 159 LT	1.770	1.771	1.685	1.772	1.770	1.832	1.853	1.835	1.803	1.763	1.759	1.746
Costo diesel (USD)	\$ 113.965	\$ 114.039	\$ 108.543	\$ 114.126	\$ 113.984	\$ 118.011	\$ 119.305	\$ 118.199	\$ 116.094	\$ 113.560	\$ 113.270	\$ 112.468

3.12. Inversiones en capital de trabajo

El capital de trabajo es aquel dinero que se requiere para la operación normal del proyecto, durante un ciclo productivo.

El método para calcular el capital de trabajo que se utilizará en este proyecto es el método del déficit máximo acumulado. El cual consiste en estimar los flujos de ingresos y egresos mensuales al principio de la ejecución del proyecto. El capital de trabajo corresponde al mayor déficit de caja acumulado.

Cabe destacar que solo se asocian los costos de la operación y mantenimiento (O y M) y puesta en marcha de la planta fotovoltaica (PV).

3.12.1. Ingresos

Las evaluaciones de los ingresos fueron determinadas por los ahorros de dinero en la compra de combustible por la producción de energía de la planta fotovoltaica donde se estima la producción mensual según los estudios de recursos solares en el punto 3.7 antes detallado.

3.12.2. Fijación del precio de venta

La fijación del precio de venta no se considera, puesto que tiene una variable determinada por la Comisión Nacional de Energía (CNE) llamada precio nudo, la cual no se puede proyectar en el tiempo ya que esta se entrega cada 6 meses.

3.12.3. Capital de trabajo

El capital de trabajo forma parte de la estructura de la Inversión total y se define como el capital en liquidez que se reserva para solucionar problemas de funcionamiento normal de la empresa, financiando sus costos operacionales mientras ella no obtenga utilidades. Por este motivo, es fundamental calcular adecuadamente el capital de trabajo que necesita la sociedad. Se utiliza el método de déficit máximo acumulado

Para determinar el capital de trabajo requerido a continuación se muestran los ingresos y egresos mensuales del proyecto por un periodo de 6 meses. Los egresos están determinados por lo costos fijos antes expuestos divididos en los 12 meses del año.

Tabla 0-28 Proyección ingresos y egresos capital de trabajo

ITEM	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
INGRESOS (ahorros)	23.233	23.159	28.656	23.072	23.214	19.188
EGRESOS	-9.311	-9.311	-9.311	-9.311	-9.311	-9.311
SALDO	13.922	13.848	19.345	13.761	13.903	9.877
SALDO ACUMULADO	13.922	27.770	47.115	60.877	74.780	84.657

Fuente elaboración propia

El análisis determina que no existen déficits acumulados, dado que post puesta en marcha la planta comienza a producir ahorros desde el primer mes, debido a sus bajos costos operacionales. Por lo tanto, no se estima una inversión en capital de trabajo.

3.13. Costos de instalación y puesta en marcha

Los gastos de puesta en marcha corresponden a un gasto inicial que se incurre una sola vez, para poner en funcionamiento. Entre los más relevantes están el arriendo por maleta de pruebas eléctricas, pago de honorario para especialista eléctrico(externo), estadía, computadores.

Tabla 0-29 Costos de puesta en marcha

Costo puesta en marcha				
Item	Cantidad	Precio	Total CPL	Total USD
Maleta de prueba	1	\$ 5.489.600	\$ 5.489.600	\$ 7.956
Especialista eléctrico	2	\$ 2.000.000	\$ 4.000.000	\$ 5.797
Pasajes esp.	4	\$ 330.000	\$ 1.320.000	\$ 1.913
Estadía esp.	30	\$ 220.000	\$ 6.600.000	\$ 9.565
Total				\$ 25.231

Fuente: Elaboración propia – recopilación de información

3.14. Costos de imprevistos

Los costos de imprevistos están asociados a contingencias tales como; problemas en el transporte de materiales, paralización de algún equipo y por lo consiguiente pérdidas en la producción, o también por incendio y desastres naturales.

En este caso los costos de imprevistos corresponden a un 5% de la inversión, lo que incluye activos fijos, capital de trabajo y gastos de puesta en marcha.

3.15. Costos totales de la inversión

Estos fueron estimados en moneda Dólar y no se considera el capital de trabajo debido a que este resulta valor positivo en el proyecto.

Tabla 0-30 Costos totales de la inversión

Item	Valor (USD)
Equipo y edificaciones	1.888.189
Puesta en marcha	25.231
Imprevistos	95.671
Total	2.009.091

Fuente: Elaboración propia

**CAPÍTULO 4 : ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA,
TRIBUTARIA FINANCIERA Y AMBIENTAL**

4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA FINANCIERA Y AMBIENTAL

En el presente capítulo se analizan los aspectos relacionados con la estructura organizacional y administrativa, la normativa legal y tributaria vigente, así como la importancia que tiene el aspecto ambiental, para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto, todo aquello según lo establecido por las leyes chilenas. Al mismo tiempo, se determinarán las posibles fuentes de financiamiento para la ejecución del proyecto y en un próximo capítulo se evaluarán las alternativas económicas. A partir de este análisis, se podrá obtener una visión integradora tanto para la implementación del proyecto, como para cualquier otro que deseara abordar.

4.1. Prefactibilidad administrativa

En esta sección se analizan los aspectos relevantes de la prefactibilidad administrativa.

4.1.1. Personal administrativo

Para concretizar el objetivo del proyecto, es necesario contar con el personal idóneo y alineado, a los objetivos organizacionales, para que desempeñen en forma óptima sus actividades, para ello se requiere del siguiente personal de Operación y mantenimiento del parque (ver tabla 4-1).

Tabla 4-1. Personal administrativo

Cargos	Número
Jefe de Parque	1
Responsable QSE	1
Jefe de equipo	1
Capataz	1
Técnicos de mantenimiento	3

4.1.2. Estructura organizacional

Con el objetivo de tener una comunicación fluida con toda la organización se determinó una estructura reducida, pero con las áreas fundamentales para el funcionamiento de la planta.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4-1 Organigrama

4.1.3. Personal administrativo, cargos, perfiles y sueldos

La descripción de cargos y responsabilidades se detalla a continuación:

Tabla 4-2.

Tabla 4-2 Descripción y responsabilidad de cargos "Jefe de parque"

Cargo	Jefe de Parque
Requisitos del cargo	Deberes de cargo
Ingeniero de ejecución en electricidad	Supervisión de la operación del parque, planificación de mantenimiento preventivo, supervisión de seguridad de las instalaciones
Remuneración bruta	Usd \$1.766

Tabla 4-3 Descripción y responsabilidad de cargos "Responsable QSE"

Cargo	Responsable QSE
Requisitos del cargo	Deberes de cargo
Técnico de Nivel Superior en Gestión de Calidad	Velar por el cumplimiento de la calidad y certificaciones tri-norma
Remuneración bruta	Usd \$1251

Tabla 4-4 Descripción y responsabilidad de cargos "Capataz"

Cargo	Capataz
Requisitos del cargo	Deberes de cargo
Técnico de Nivel Superior en construcción	Liderar cuadrilla de mantenimiento de las obras civiles del parque
Remuneración bruta	Usd \$1251

Tabla 4-5 Descripción y responsabilidad de cargos "Jefe de equipo"

Cargo	Jefe de Equipo
Requisitos del cargo	Deberes de cargo
Técnico de Nivel Superior en electricidad	Lidera cuadrilla de técnico para labores de operación y mantenimiento reportando directamente al jefe de parque.
Remuneración bruta	Usd \$1251

Tabla 4-6 Descripción y responsabilidad de cargos "Técnico en mantenimiento"

Cargo	Técnico en Mantenimiento
Requisitos del cargo	Deberes de cargo
Técnico de Nivel Superior en Gestión de Calidad	Realizar las funciones de operación y ~~mantenimiento~~ correctivas y preventivas, en función de las directrices del jefe de equipo. Personal capacitado para operar equipos.
Remuneración bruta	Usd \$950

4.1.4. Gastos del personal

Los gastos del personal por remuneraciones se estructuran de la siguiente manera:

Tabla 4-7 Gastos del personal

Cargos	Número	Remuneración (USD)
Jefe de Parque	1	\$1.766
Responsable QSE	1	\$1.251
Jefe de equipo	1	\$1.251
Capataz	1	\$1.251
Técnicos de mantenimiento	3	\$950
TOTAL	7	\$6.469

Fuente: Elaboración propia

4.2. Estudio de prefactibilidad legal

En esta sección se estudian los aspectos fundamentales que afectan a la planta desde el punto de vista legal.

4.2.1. Marco legal vigente nacional e internacional

En junio de 1966 se creó una Agencia CORFO para Isla de Pascua, la que tras diversas denominaciones y cambios se convirtió en la actual Sociedad Agrícola y Servicios Isla de Pascua, SASIPA SpA., que es responsable de proveer a la Isla de Pascua y la comunidad Rapa Nui de los servicios básicos de utilidad pública como agua potable, electricidad y descarga marítima, así como de la explotación de algunas concesiones otorgadas por el Estado a su administración, con la mayor eficiencia, eficacia, economía y oportunidad.

4.2.2. Políticas de desarrollo industrial

Como política se ha determinado la sustentabilidad como eje central, referido a la administración y gestión eficiente y racional de los recursos ambientales. Apostando a nuevos proyectos de esta índole para la maximización del bienestar humano presente y futuro.

4.2.3. Aspectos legales del giro del proyecto

- DFL Nº 1, de 1982, Ley General del Servicio Eléctrico (GSE).
- Ley 19.940, que modifica el DFL Nº 1, de 1982, regula sistemas de transporte de energía eléctrica, establece nuevas tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones que indica a la ley GSE.
- Decreto Nº 119, Ministerio de Economía, 1989, que aprueba reglamento de sanciones en materia de electricidad y combustibles.
- Decreto Nº 327, Ministerio de Economía, 1998, que fija reglamento de la Ley GSE.
- DFL Nº4, de 2007, que aprueba modificaciones al DFL Nº 1, de 1982, Ley GSE, en materia de energía eléctrica.
- Ley 20.018, que modifica el marco normativo del sector eléctrico.
- Decreto Nº 298, Ministerio de Economía, 2005, que aprueba el reglamento para la certificación de productos eléctricos y de combustibles, y deroga decreto que indica.
- Ley 20.220, que perfecciona el marco legal vigente con el objetivo de resguardar la seguridad del suministro a clientes regulados y la suficiencia de los sistemas eléctricos.
- Ley 20.257, que introduce modificaciones al DFL 1, de 1982, en materia de energía eléctrica.

4.2.4. Incentivos

Los incentivos que se utilizan para el óptimo cumplimiento de las labores que se realizan en la planta son:

- Sueldos acordes al mercado y a cada especialización.
- Bonos de producción por cumplimiento de metas.
- Comisión por comercialización de los esquineros.

4.2.5. Aspectos Laborales

El proyecto se ajusta a la normativa chilena D.F.L N°1 del código del trabajo. En él se destacan aspectos relacionados con los contratos laborales, protección a los trabajadores y capacitación laboral. Esta empresa, de acuerdo al número de trabajadores no permitirá la constitución de sindicatos de empleados, contando sólo con un comité paritario.

4.2.6. Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente

SASIPA cuenta con un área legal definida, por lo tanto, no pertenece a costos del proyecto.

4.3. Estudio de prefactibilidad societaria

4.3.1. Relación entre los inversionistas

Con fecha 5 de diciembre de 2012, mediante escritura pública suscrita ante la Notario Pública doña Nancy de la Fuente Hernández, se transformó la sociedad Agrícola servicios Isla de Pascua Limitada en una sociedad por acciones. A su vez, mediante el mismo instrumento público, la Sociedad Agrícola SACOR SpA dejó de ser parte de la sociedad, siendo hoy el único accionista de SASIPA SpA. la Corporación de Fomento de la Producción.

Un extracto de la escritura de transformación fue inscrito en el Registro de Comercio del año 2012 del Conservador de Bienes Raíces de Isla de Pascua, a fojas 78 número 65 y publicado en el Diario Oficial del día 21 de diciembre de 2012.

4.3.2. Estructura societaria

SASIPA es una sociedad por acciones SpA. luego de una modificación realizada durante diciembre de 2012. Se rige por las disposiciones pertinentes de los códigos Civil y de Comercio y sus estatutos

en lo particular y, en lo general, por la Ley Orgánica de CORFO y aquellas aplicables a empresas donde el Estado tiene participación mayoritaria. También está normada por la Ley 16.441 ("Ley Pascua") y la Ley de Transparencia N° 20.285.

4.4. Estudio de prefactibilidad tributaria

La Prefactibilidad tributaria es relevante puesto que con un buen conocimiento y utilización de las leyes y los procedimientos se pueden mejorar el rendimiento de la empresa.

4.4.1. Sistema tributario

Isla de Pascua tiene un tratamiento tributario excepcional, consistente en una desgravación tributaria general.

El artículo 41° de la Ley N° 16.441, de 1966, que crea el Departamento de Isla de Pascua, eximió a los bienes situados en dicho departamento y las rentas provenientes de ellos o de actividades desarrolladas en él, de toda clase de impuestos o contribuciones, incluso de la contribución territorial, y de los demás gravámenes que establezca la legislación actual o futura. Dicha norma establece la misma exención para los actos o contratos que se ejecuten o celebren en el departamento de Isla de Pascua por personas naturales o jurídicas domiciliadas en él, respecto de actividades o bienes que digan relación con ese mismo territorio.

4.5. Estudio de prefactibilidad financiera

El análisis financiero es fundamental para cualquier empresa, determinar cómo se obtienen recursos económicos para los diferentes proyectos de una empresa, puede determinar el éxito o fracaso del proyecto.

4.5.1. Fuentes de financiamiento

En lo que se refiere a las actividades financieras, la empresa está regida por los Oficio Circular del Ministerio de Hacienda N° 1.507 del 23 de diciembre de 2010 y el N° 1.022 del 06 de abril de 2015.

En ellos se norma la participación de las empresas públicas en el mercado de capitales (interno y externo). De acuerdo al punto 3. del O.C. No 1.507, SASIPA SpA. está autorizada para participar en el mercado de capitales local o internacional, de acuerdo a lo señalado en el anexo 1 que acompaña el O.C. y que lo integra para todos los efectos. En relación a la autorización en el mercado local, las empresas podrán realizar inversiones en instrumentos denominados en

moneda nacional y extranjera, en el caso de las inversiones en el mercado local en moneda extranjera, y los montos de dichas inversiones deberán corresponderse con los flujos estimados tanto de ingresos como de egresos de los compromisos de la empresa.

SASIPA, al ser un filial CORFO todas sus inversiones en proyectos son financiadas por el estado de acuerdo a un plan de inversión, pero, sin embargo, el proyecto contempla las diferentes opciones de financiamiento con recursos propios como externos donde se establece el supuesto de un préstamo otorgado por banco estado con un 8% de tasa interés preferencial a ser una empresa estatal a un plazo de 10 años por el total de la inversión:

- Proyecto Puro
- Proyecto financiado externamente 25%
- Proyecto financiado externamente 50%
- Proyecto financiado externamente 75%

BANCO ESTADO

Cuenta con una gerencia de pequeñas empresas y una división dedicada especialmente a microempresas. Para pequeñas empresas, con ventas anuales hasta UF 25.000, para negocios no agrícolas (o hasta UF 14.000 para empresarios agrícolas), el Bech ofrece la posibilidad de respaldar con el FOGAPE (Fondo de garantías para pequeños empresarios), créditos hasta por UF 3000 por un plazo de 10 años, destinados a financiar proyectos de inversión, capital de trabajo. Constitución y/o aportes a sociedades productivas, equipamiento. Proyectos de riego y/o drenaje. Este fondo garantiza hasta el 80% del crédito. Esta garantía solo cubre el capital adecuado y no así los intereses, comisiones ni costos de crédito.

4.6. Prefactibilidad ambiental

4.6.1. Impacto medio ambiente

El desarrollo de cualquier obra pública o privada que implique excavación del suelo o subsuelo del territorio nacional puede afectar de manera directa al componente arqueológico patrimonial. De este modo existen una serie de normativas para hacer frente a esta situación, en donde la legislación chilena vigente sobre protección del patrimonio cultural y natural, incluye cinco cuerpos legales que son detallados a continuación:

1. **Ley Nº 17.288 de Monumentos Nacionales**, publicada en el Diario Oficial el 04 de febrero de 1970. Es el cuerpo legal que norma y rige sobre el Patrimonio Cultural existente en el país. En su Artículo 1º declara que:

“Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes; las piezas u objetos antro-po-arqueológicos, paleontológicos, o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la historia, al arte o la ciencia; los santuarios de la naturaleza; los monumentos, estatuas, columnas, pirámides, fuentes, placas, coronas, inscripciones y, en general, los objetos que estén destinados a permanecer en un sitio público, con carácter conmemorativo.”

2. **Decreto Supremo Nº 484 del Ministerio de Educación** que contiene el Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas, publicado en el Diario Oficial el 02 de abril de 1991. Es el cuerpo legal que reglamenta sobre el Patrimonio Monumental en nuestra nación. En su Artículo 1º expresa que:

“Las prospecciones y/o excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, en terrenos públicos o privados, como asimismo las normas que regulan la autorización del Consejo de Monumentos Nacionales para realizarlas y el destino de los objetos o especies encontradas, se regirá por las normas contenidas en la Ley Nº 17.288 y en este reglamento.”

En su Artículo 2º, define lo que se entenderá por prospección, excavación y sitios de especial relevancia. Particularmente en lo que respecta a la prospección, expresa que corresponde a:

“El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de superficie”.

En su Artículo 5º establece que:

“Las prospecciones que incluyan pozos de sondeo y/o recolecciones de material de superficie y todas las excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, en terrenos públicos o privados, sólo podrán realizarse previa autorización del Consejo de Monumentos Nacionales, a través de los permisos correspondientes.”

3. **Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente**, publicada en el Diario Oficial el 09 de marzo de 1994, modificada por la Ley 20.417 publicada en el Diario Oficial el 26 de enero de 2010, incorpora el patrimonio cultural dentro de los aspectos protegidos por sus disposiciones, al considerar como parte del "medio ambiente" a los elementos socioculturales y sus interacciones.

En sus Artículos 10 y 11, esta ley establece el tipo de proyecto o actividades susceptibles de causar impacto ambiental y que deberán someterse al Sistema de Evaluación de

Impacto Ambiental (SEIA), y aquellos casos que requieran de un Estudio de Impacto Ambiental.

4. **Decreto Supremo Nº 95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia**, que modifica (y fija texto refundido) del D.S. 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial el 07 de diciembre de 2002. El Reglamento, establece en su Título III, Artículo 11° los criterios adecuados para la ejecución de un Estudio de Impacto Ambiental.
5. **La Ley 19.253 sobre Pueblos Indígenas**, publicada en el Diario Oficial el 05 de octubre de 1993, del Ministerio de Planificación, en su Artículo Nº 28 protege el patrimonio cultural tangible e intangible al plantear que:

“el reconocimiento, respeto y protección de las culturas e idiomas indígenas contemplará... f) la promoción de las expresiones artísticas y culturales y la protección del patrimonio arquitectónico, arqueológico, cultural e histórico indígenas”.

No obstante lo anterior, es que se realiza una prospección arqueológica la cual se enmarca dentro del proyecto “Planta Fotovoltaica Isla de Pascua”, emplazado en la Región de Valparaíso, provincia de Isla de Pascua, Hanga Roa.

Las actividades realizadas por el arqueólogo fueron de carácter preventivo, en donde el propósito fue asegurar que las variables arqueológicas de interés fuesen reconocidas desde el inicio y protegidas mediante la toma de decisiones pertinentes, compatibles con las acciones previstas en las políticas y regulaciones ambientales establecidas.

Durante el desarrollo de la prospección no se identificaron vestigios de ocupación humana contemplados en las definiciones de la ley 17.288 sobre Monumentos Nacionales. De este modo, las actividades que impliquen movimientos de tierra en el área de estudio no afectarán lugares, ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter arqueológico en superficie.

CAPÍTULO 5 : EVALUACIÓN ECONÓMICA

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El estudio económico considera los flujos proyectados en el estudio de mercado y estudio técnico, estructura de financiamiento, venta de activos. Los indicadores económicos que se utilizarán son VAN, TIR, PRI, IVAN. La tasa fija de interés es igual al 8% anual (Banco Estado, préstamos a empresas), para préstamos a largo plazo. Se utiliza como moneda el Dólar Americano (USD) en los flujos de caja y en su actualización se emplea una tasa de descuento de un 11.33%.

Se realizarán los flujos de caja a lo largo de los 15 años que dura el proyecto donde se evaluará el proyecto en distintos escenarios, por ello se realizará flujos de caja en proyecto puro, como financiado externamente en 25%, 50% y 75%.

Los ingresos y costos serán expresados en USD, ya que, el crédito se solicitará en USD, esto se hará para mantener la relación entre la tasa de interés cobrada por la institución financiera y la tasa de descuento solicitada por el inversionista.

Se determinarán índices económicos que son: VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno). PRI (periodo de recuperación de la inversión), e IVAN (relación entre el valor actual neto de un proyecto y su inversión) estos indicadores demuestran en forma confiable los resultados económicos del proyecto.

Respecto al análisis de sensibilidad se realizará sobre los índices de radiación solar anuales proyectando distintos escenarios climatológicos, por lo tanto, distintos niveles de producción de energía.

5.1. Consideraciones del proyecto a utilizar

Las consideraciones importantes antes de analizar la evaluación económica son:

Duración del Proyecto: La duración del proyecto es de 15 años, una vez cumplido ese plazo se evaluará la continuación del proyecto por un plazo similar.

Depreciación: No se contemplan depreciaciones en el proyecto debido a la ley Isla de Pascua (artículo 41° de la Ley N° 16.441) eximió a los bienes situados en dicho departamento y las rentas provenientes de ellos o de actividades desarrolladas en él, de toda clase de impuestos o contribuciones”

Tasa de descuento: Se utiliza para actualizar los flujos de dinero durante el horizonte proyecto, es igual a la tasa de retorno que el inversor obtendría en proyectos e inversiones de capital o también llamado costo de capital. El proyecto tiene una tasa del 13.25%.

CÁLCULO TASA DE DESCUENTO

La tasa de interés secundario (R_f), corresponde a bonos proyectados en 5 años se obtuvo de la página web del Banco Central de Chile mediante la página web: <https://si3.bcentral.cl/Informativodiario/secure/main.aspx> donde se evidencia el valor a 1,33% el valor de estos bonos.

La tasa media de retorno (R_m) fue obtenida en la bolsa de comercio de Santiago en el sitio web: <http://www.bolsadesantiago.com/mercado/Paginas/Estadisticas.aspx> los mercados de renta variable donde se consideró la variación que presenta el IPSA (Índice de precio selectivo de acciones), en la suma de sus 5 últimos años correspondiente a un 26,17%.

Tabla 5-1 Índices bursátiles de los últimos diez años

ÍNDICES BURSÁTILES DE LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS						
(valores de cierre y variación porcentual de cada período)						
INDICES DE MERCADO						
Período	IPSA	Var %	IGPA	Var %	INTER-10	Var %
2007	3.051,83	13,31	14.076,25	16,87	3.051,83	10,96
2008	2.376,42	-22,13	11.324,07	-19,55	3.305,36	8,30
2009	3.581,42	50,70	16.630,91	46,86	4.487,72	35,77
2010	4.927,53	37,58	22.979,22	38,17	5.719,05	27,43
2011	4.177,53	-15,22	20.129,80	-12,39	5.373,02	-6,05
2012	4.301,38	2,96	21.070,28	4,67	5.454,96	1,52
2013	3.699,19	-14,00	18.227,05	-13,49	4.538,29	-16,80
2014	3.850,96	4,10	18.870,41	3,52	4.715,05	3,89
2015	3.680,21	-4,43	18.151,50	-3,80	4.311,20	-8,56
2016	4.151,39	12,80	20.734,17	14,22	4.944,31	14,68
2017	5.564,60	34,04	27.980,78	34,95	6.574,01	32,96

Σ 5 últimos años = 26,17%

Fuente: Bolsa de Santiago

El valor beta del mercado extraído del listado de la página web: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html correspondiente al segmento industrial “Electric. Util (central)” elaborada por Aswath Damodaran, actualizada a enero del 2017 es de un 0,48.

Ingresando los datos a la ecuación de tasa de descuento es que arroja el un valor de un: 11.33%

$R(tasa\ de\ descuento) = Rf + (Rm - rf) * \beta$

$Rp = 1,33\% + (26,17\% - 1,33\%) * 0,48$

$Rp = 13,25\%$

5.2. Ingresos operacionales

Los ingresos operacionales de un año de trabajo corresponden al ahorro obtenido por la producción de energía a través de la radiación solar (recurso gratuito) y no realizar gasto de combustible diésel para la producción. En este proyecto se estimó un valor promedio de radiación anual tomando en cuenta las fluctuaciones de radiación por estaciones del año, la cual equivale a 2,273 MW/hr anuales de inyección de energía.

Según el rendimiento del diésel en los grupos electrógenos (generadores) corresponde a: 3,4KWh/ Lt de diésel. Por lo tanto, el ahorro en combustible diésel anual es de: 668.638 Lt. de diésel.

Debido al que el precio proyectado del diésel se expresa en barriles, es que se debe cuantificar en aquella unidad (159Lt/barril), lo que significa 4.205,27 Barriles de diésel, corresponden al ahorro anual de este combustible. En la tabla 5-1 se presentan los beneficios proyectados con el precio del diésel proyectado a 15 años.

Tabla 5-2 Proyecciones en ahorro

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valor diesel proyectado (\$ USD)	71,9	76,4	79,8	82,4	84	85,5	88,1	90,47	92	92,6	94	96	97,4	98,2	99,1
Litros diesel ahorrados	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27	4205,27
TOTAL \$ USD (Beneficios)	302.359	321.283	335.581	346.514	353.243	359.551	370.484	380.451	386.885	389.408	395.295	403.706	409.593	412.958	416.742

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Egresos operacionales

Los egresos operacionales son todos los costos que se incurren para la producción de energía

Para realizar los flujos de caja en el Estudio Económico, se detalla en la tabla 5-2 los egresos que se producen por año de producción de la planta fotovoltaica (PV), que corresponden al total de los costos fijos.

Como se demostraba anteriormente no existen costos variables ya que independiente de la producción de energía los costos que se incurren son los mismos.

Los costos están divididos en tres ítems el costo por salarios del personal de operación y mantenimiento, los costos por mantenimiento de la planta fotovoltaica (PV) y equipos propios. Y el Balance of plant (BOP), que pertenece a todos los componentes que están fuera de la planta, tales como; línea de distribución, transformadores, etc.

Los costos de personal de operación y mantenimiento (O y M) se ha considerado con un incremento bi-anual según IPC proyectado, el valor del IPC es de 3% según proyecciones para el año 2018, este valor será considerado para toda la evaluación del proyecto.

Tabla 5-3 Total costos de operación

Item costo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Personal O y M	6.469	6.469	6.663	6.663	6.796	6.796	6.932	6.932	7.071	7.071	7.283	7.283	7.502	7.502	7.502
Costo mantenimiento PV	3.281	3.281	3.281	3.281	4.241	4.241	4.384	4.384	4.528	4.528	4.528	4.528	4.528	4.528	4.528
Costo mantenimiento BOP	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124	22.124
Costo operación	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700
TOTALES (USD)	40.574	40.574	40.768	40.768	41.862	41.862	42.141	42.141	42.423	42.423	42.636	42.636	42.854	42.854	42.854

Fuente: Elaboración propia

5.4. Valor residual

El valor residual del proyecto es aquella parte del costo de un activo que se espera recuperar mediante la venta o permuta de un bien a fin de su vida útil.

Se espera recuperar el 50% del valor comercial de los equipos técnicos, dado que la mayoría de los equipos es posible que se encuentren en buen estado a fin del proyecto, debido a los altos estándares de mantenimiento.

Tabla 5-4 Valor residual

EQUIPOS	Precio costo (USD)	Valor 50% (USD)
PANELES FOTOVOLTAICOS	807.784	403.892
ESTRUCTURAS METÁLICAS	152.286	76.143
POWER STATION	91.193	45.597
CABLES BT	4.522	2.261
CABLES MT	750	375
CAJAS AGRUPACION	28.857	14.429
CONECTORES BT	1.868	934
RECONECTADOR	52.000	26.000
DESCONECTADOR	11.080	5.540
PARARRAYOS	5.760	2.880
TOTAL VALOR RESIDUAL		578.050

Fuente: Elaboración propia

5.5. Fuentes de financiamiento

SASIPA al ser una filial CORFO, sus fuentes de financiamiento provienen por parte del estado de Chile con presupuestos anuales de alrededor de USD \$3.950.000 (según memoria anual de SASIPA 2017).

Para efecto de análisis se considera un financiamiento externo de 25 % ,50% y 75%, para lo cual se evalúan tanto las situaciones financiadas al 25%, 50% y 75% con un préstamo preferencial otorgado por el Banco de Estado, el que trabaja en la actualidad a una tasa anual equivalente de 8%.

5.6. Amortización

El concepto de amortización se refiere al pago de la cuota, en caso del proyecto anual, menos el interés generado del pago de la inversión con financiamiento mixto.

El ejercicio se observa en las tablas 5-4,5-5 y 5-6

La tabla 5-4 corresponde al financiamiento externo del 75% de la inversión necesaria para efectuar el proyecto, la tabla 5-10, representa el pago del crédito con financiamiento externo del 50% y la tabla 5-11

representa el pago del crédito con financiamiento externo del 25%. Todos fueron calculados con un interés del 8% anual y con un plazo de 10 años para cancelar el préstamo.

Tabla 5-5 Amortización pago de préstamo al 75% de financiamiento

Amortización					
Periodo	Capital	Interes	Amortización	Cuota	Saldo Capital
1	1.506.818	120.545	104.015	224.560	1.402.803
2	1.402.803	112.224	112.336	224.560	1.290.467
3	1.290.467	103.237	121.323	224.560	1.169.144
4	1.169.144	93.532	131.029	224.560	1.038.115
5	1.038.115	83.049	141.511	224.560	896.604
6	896.604	71.728	152.832	224.560	743.772
7	743.772	59.502	165.059	224.560	578.714
8	578.714	46.297	178.263	224.560	400.451
9	400.451	32.036	192.524	224.560	207.926
10	207.926	16.634	207.926	224.560	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-6 Amortización pago de préstamo al 50% de financiamiento

Amortización					
Periodo	Capital	Interes	Amortización	Cuota	Saldo Capital
1	1.004.546	80.364	69.343	149.707	935.202
2	935.202	74.816	74.891	149.707	860.312
3	860.312	68.825	80.882	149.707	779.430
4	779.430	62.354	87.353	149.707	692.077
5	692.077	55.366	94.341	149.707	597.736
6	597.736	47.819	101.888	149.707	495.848
7	495.848	39.668	110.039	149.707	385.809
8	385.809	30.865	118.842	149.707	266.967
9	266.967	21.357	128.350	149.707	138.618
10	138.618	11.089	138.618	149.707	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-7 Amortización pago de préstamo al 25% de financiamiento

Amortización					
Periodo	Capital	Interes	Amortización	Cuota	Saldo Capital
1	502.273	40.182	34.672	74.853	467.601
2	467.601	37.408	37.445	74.853	430.156
3	430.156	34.412	40.441	74.853	389.715
4	389.715	31.177	43.676	74.853	346.038
5	346.038	27.683	47.170	74.853	298.868
6	298.868	23.909	50.944	74.853	247.924
7	247.924	19.834	55.020	74.853	192.905
8	192.905	15.432	59.421	74.853	133.484
9	133.484	10.679	64.175	74.853	69.309
10	69.309	5.545	69.309	74.853	0

Fuente: Elaboración propia

5.7. Flujo de caja

Los flujos de caja representan la distribución de los costos, gastos y beneficios que se originan a lo largo del proyecto, siendo éste el equivalente a un estado de resultado proyectado a través de la duración del proyecto.

Se realizarán los flujos de cajas para el proyecto puro, y para proyectos financiados en un 75%, 50% y 25%, por crédito bancario, luego se efectuará un análisis de sensibilidad para simular cómo se comporta un indicador económico como el VAN y TIR al cambiar variables, como por ejemplo el nivel de producción energética por aumento o baja en la radiación solar.

5.8. Proyecto puro

Como anteriormente se expuso, la realización del proyecto al estar emplazado en la Isla de Pascua, es que goza de un beneficio tributario que estar totalmente exento de impuestos (artículo 41° de la Ley N° 16.441, de 1966). A la vez, SASIPA al ser una filial CORFO es que cuenta con el subsidio estatal para inversiones, por lo tanto, para efectos de una evaluación en un escenario real, es que el proyecto puro es el determinante a la hora de tomar una decisión de inversión.

El flujo para el proyecto puro, se muestra a continuación en la tabla 5-7.

Tabla 5-8 Flujo de caja puro

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(+) Ingresos		302.359	321.283	335.581	346.514	353.243	359.551	370.484	380.451	386.885	389.408	395.235	403.706	409.593	412.958	416.742
(-) Egresos		-40.574	-40.574	-40.768	-40.768	-41.862	-41.862	-42.141	-42.141	-42.423	-42.423	42.636	42.636	42.854	42.854	42.854
(=) Margen		261.785	280.708	294.812	305.746	311.381	317.689	328.343	338.310	344.461	346.985	437.931	446.342	452.447	455.812	459.596
(-) Depreciación																
(+) Valor Residual																578.055
Inversiones	-1.913.420															
(+) Valor Libro																
(+) Créditos (largo plazo)																
(+) Créditos (corto plazo)																
(-) Costos imprevistos	-95.671															
(-) Amortización de créditos (L.P.)																
(-) Amortización de créditos (C.P.)																
(+/-) Capital de trabajo																
(=) Flujo de Caja	-2.009.091	261.785	280.708	294.812	305.746	311.381	317.689	328.343	338.310	344.461	346.985	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
Caja Actualizado	-2.009.091	231.156	218.866	202.970	185.869	167.148	150.582	137.423	125.028	112.408	99.983	111.426	100.279	89.758	79.846	160.501
(=) Flujo de Caja Acumulado	-2.009.091	-1.777.935	-1.559.068	-1.356.099	-1.170.229	-1.003.081	-852.499	-715.076	-590.048	-477.640	-377.656	-266.231	-165.952	-76.194	3.651	164.153

Fuente: Elaboración propia

Resultados Evaluación Económica del Proyecto				
Financiamiento	VAN	TIR (%)	PRI (años)	IVAN
PURO	164.153	15%	14	0,086

5.9. Proyecto con financiamiento externo de 25%,50% Y 75% por entidad financiera

Los costos de inversión son financiados por una entidad bancaria (Banco Estado), se solicita un crédito a 10 años plazo, por un monto de 25%, 50% y 75%, de la inversión realizada (Valor de la inversión inicial USD\$ 2.009.091).

Los flujos de cajas correspondientes a financiamientos externos de 25% ,50% y 75% se observan a continuación en las tablas 5-8, 5-9, 5-10.

Tabla 5-9 Flujos de caja proyecto 25% de financiamiento

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(+) Ingresos		302.359	321.283	335.581	346.514	353.243	359.551	370.484	380.451	386.885	389.408	395.295	403.706	409.593	412.958	416.742
(-) Egresos		-40.574	-40.574	-40.768	-40.768	-41.862	-41.862	-42.141	-42.141	-42.423	-42.423	42.636	42.636	42.854	42.854	42.854
(=) Margen		261.785	280.708	294.812	305.746	311.381	317.689	328.343	338.310	344.461	346.985	437.931	446.342	452.447	455.812	459.596
(+) Valor Residual																578.055
(-) Intereses (largo plazo)		-40.182	-37.408	-34.412	-31.177	-27.683	-23.909	-19.834	-15.432	-10.679	-5.545					
(-) Intereses (corto plazo)																
(=) Utilidad antes de impuestos		221.603	243.300	260.400	274.569	283.698	293.780	308.509	322.877	333.783	341.440	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(-) Impuestos (0%)																
(=) Utilidad después de impuestos		221.603	243.300	260.400	274.569	283.698	293.780	308.509	322.877	333.783	341.440	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(-) Inversiones	-1.913.420															
(+) Créditos (largo plazo)	502.273															
(+) Créditos (corto plazo)																
(-) Costos imprevistos	-95.671															
(-) Amortizaciones de créditos (LP)		-34.672	-37.445	-40.441	-43.676	-47.170	-50.944	-55.020	-59.421	-64.175	-69.309					
(-) Amortizaciones de créditos (C.P.)																
(+/-) Capital de trabajo																
(=) Flujo de Caja	-1.506.818	186.931	205.855	219.959	230.892	236.528	242.836	253.490	263.456	269.608	272.131	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(=) Flujo de Caja Actualizado	-1.506.818	165.061	160.504	151.435	140.364	126.967	115.102	106.095	97.365	87.981	78.414	111.426	100.279	89.758	79.846	160.501
(=) Flujo de Caja Acumulado	-1.506.818	-1.341.758	-1.181.254	-1.029.819	-889.455	-762.488	-647.385	-541.291	-443.926	-355.945	-277.530	-166.105	-65.826	23.932	103.777	264.278

Fuente: Elaboración propia

Resultados Evaluación Económica del Proyecto				
Financiamiento	VAN	TIR (%)	PRI (años)	IVAN
EXTERNO 25%	264.278	16%	13	0,138

Tabla 5-10 Flujos de caja proyecto 50% de financiamiento

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(+) Ingresos		302.359	321.283	335.581	346.514	353.243	359.551	370.484	380.451	386.885	389.408	395.295	403.706	409.593	412.958	416.742
(-) Egresos		-40.574	-40.574	-40.768	-40.768	-41.862	-41.862	-42.141	-42.141	-42.423	-42.423	42.636	42.636	42.854	42.854	42.854
(=) Margen		261.785	280.708	294.812	305.746	311.381	317.689	328.343	338.310	344.461	346.985	437.931	446.342	452.447	455.812	459.596
(+) Valor Residual																578.055
(-) Intereses (largo plazo)		-80.364	-74.816	-68.825	-62.354	-55.366	-47.819	-39.668	-30.865	-21.357	-11.089					
(-) Intereses (corto plazo)																
(=) Utilidad antes de impuestos		181.421	205.892	225.987	243.392	256.015	269.870	288.675	307.445	323.104	335.895	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(-) Impuestos (0%)																
(=) Utilidad después de impuestos		181.421	205.892	225.987	243.392	256.015	269.870	288.675	307.445	323.104	335.895	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(-) Inversiones	-1.913.420															
(+) Créditos (largo plazo)	1.004.546															
(+) Créditos (corto plazo)																
(-) Costos imprevistos	-95.671															
(-) Amortizaciones de créditos (L.P.)		-69.343	-74.891	-80.882	-87.353	-94.341	-101.888	-110.039	-118.842	-128.350	-138.618					
(-) Amortizaciones de créditos (C.P.)																
(+/-) Capital de trabajo																
(=) Flujo de Caja	-1.004.546	112.078	131.001	145.105	156.039	161.674	167.982	178.636	188.603	194.755	197.278	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(=) Flujo de Caja Actualizado	-1.004.546	98.965	102.141	99.901	94.859	86.786	79.622	74.766	69.702	63.554	56.845	111.426	100.279	89.758	79.846	160.501
(=) Flujo de Caja Acumulado	-1.004.546	-905.581	-803.440	-703.539	-608.680	-521.894	-442.271	-367.506	-297.804	-234.250	-177.405	-65.979	34.300	124.057	203.903	364.404

Fuente: Elaboración propia

Resultados Evaluación Económica del Proyecto				
Financiamiento	VAN	TIR (%)	PRI (años)	IVAN
EXTERNO 50%	364.404	18%	12	0,190

Tabla 5-11 Flujos de caja proyecto 75% de financiamiento

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(+) Ingresos		302.353	321.283	335.581	346.514	353.243	359.551	370.484	380.451	386.885	389.408	395.295	403.706	409.593	412.958	416.742
(-) Egresos		-40.574	-40.574	-40.768	-40.768	-41.862	-41.862	-42.141	-42.141	-42.423	-42.423	42.636	42.636	42.854	42.854	42.854
(=) Margen		261.785	280.708	294.812	305.746	311.381	317.689	328.343	338.310	344.461	346.985	437.931	446.342	452.447	455.812	459.596
(+) Valor Residual																578.055
(-) Intereses (largo plazo)		-120.545	-112.224	-103.237	-93.532	-83.043	-71.728	-59.502	-46.297	-32.036	-16.634					
(-) Intereses (corto plazo)																
(=) Utilidad antes de impuestos		141.240	168.484	191.575	212.214	228.332	245.961	268.841	292.013	312.425	330.351	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(-) Impuestos (0%)																
(=) Utilidad después de impuestos		141.240	168.484	191.575	212.214	228.332	245.961	268.841	292.013	312.425	330.351	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(-) Inversiones	-1.913.420															
(+) Créditos (largo plazo)	1.506.818															
(+) Créditos (corto plazo)																
(-) Costos imprevistos	-95.671															
(-) Amortizaciones de créditos (L.P.)		-104.015	-112.336	-121.323	-131.029	-141.511	-152.832	-165.059	-178.263	-192.524	-207.926					
(-) Amortizaciones de créditos (C.P.)																
(+/-) Capital de trabajo																
(=) Flujo de Caja	-502.273	37.225	56.148	70.252	81.185	86.821	93.129	103.783	113.749	119.901	122.424	437.931	446.342	452.447	455.812	1.037.651
(=) Flujo de Caja Actualizado	-502.273	32.870	43.778	48.367	49.354	46.605	44.142	43.437	42.038	39.127	35.277	111.426	100.279	89.758	79.846	160.501
(=) Flujo de Caja Acumulado	-502.273	-469.403	-425.625	-377.258	-327.904	-281.299	-237.157	-193.720	-151.682	-112.554	-77.278	34.148	134.427	224.184	304.030	464.531

Fuente: Elaboración propia

Resultados Evaluación Económica del Proyecto				
Financiamiento	VAN	TIR (%)	PRI (años)	IVAN
EXTERNO 75%	464.531	22%	11	0,243

5.10. Resumen de los resultados del proyecto

A continuación, resumen de los resultados de los flujos de cajas, detallando el VAN, TIR y PRI con sus correspondientes porcentajes y años que se logró.

Tabla 5-12 Resumen de resultados de flujos de cajas

Resultados del proyecto Resumen			
Financiamiento	VAN	TIR (%)	PRI (años)
PURO	164.153	15%	14
EXTERNO 25%	264.278	16%	13
EXTERNO 50%	364.404	18%	12
EXTERNO 75%	464.531	22%	11

Fuente: Elaboración propia

5.11. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene como objetivo cuantificar las diversas variaciones, tanto de egresos como de los ingresos que ayuden a entender las variaciones de rentabilidad, del VAN y de la TIR del proyecto poniéndose en las diversas situaciones posibles.

Principalmente se refiere a determinar claramente en qué medida los errores de estimación y/o variación de los parámetros del proyecto más crítico afectan la rentabilidad final del proyecto.

Para la sensibilización se han considerado las siguientes variables:

- Producción de energía, evaluando el comportamiento de las variables climatológicas desarrollando distintos escenarios de producción, esto determinado por los estudios de recursos naturales (factores climáticos) como entrada y reflejando probabilidad de ocurrencia de un caso de comportamiento climático desfavorable.

5.11.1. Sensibilización del proyecto puro

5.11.1.1 Sensibilización con respecto a la producción

A continuación, se entrega una tabla en la que se detallan las variaciones del VAN y la TIR de acuerdo a una eventual disminución porcentual en forma gradual de la producción de energía para el proyecto puro:

Tabla 5-13 Sensibilización del proyecto puro (ingresos)

Sensibilización			
% Disminución Producción	Producción prom. Anuel (Gwh Anual)	VAN (USD)	TIR (%)
0%	2,273	164.153	15%
-1%	2,2506	141.521	14,40%
-3%	2,2051	96.182	14%
-5%	2,1596	50.948	13,67%
-7%	2,1142	5.702	13,30%
-7,2631%	2,1083	-188	13,25%

Fuente: Elaboración propia

Se determina el -7,2631% como un punto máximo a sensibilizar debido a que la probabilidad de ocurrencia de obtener esos niveles de producción por el comportamiento climático es de un 2.3%.

Fuente: Elaboración propia

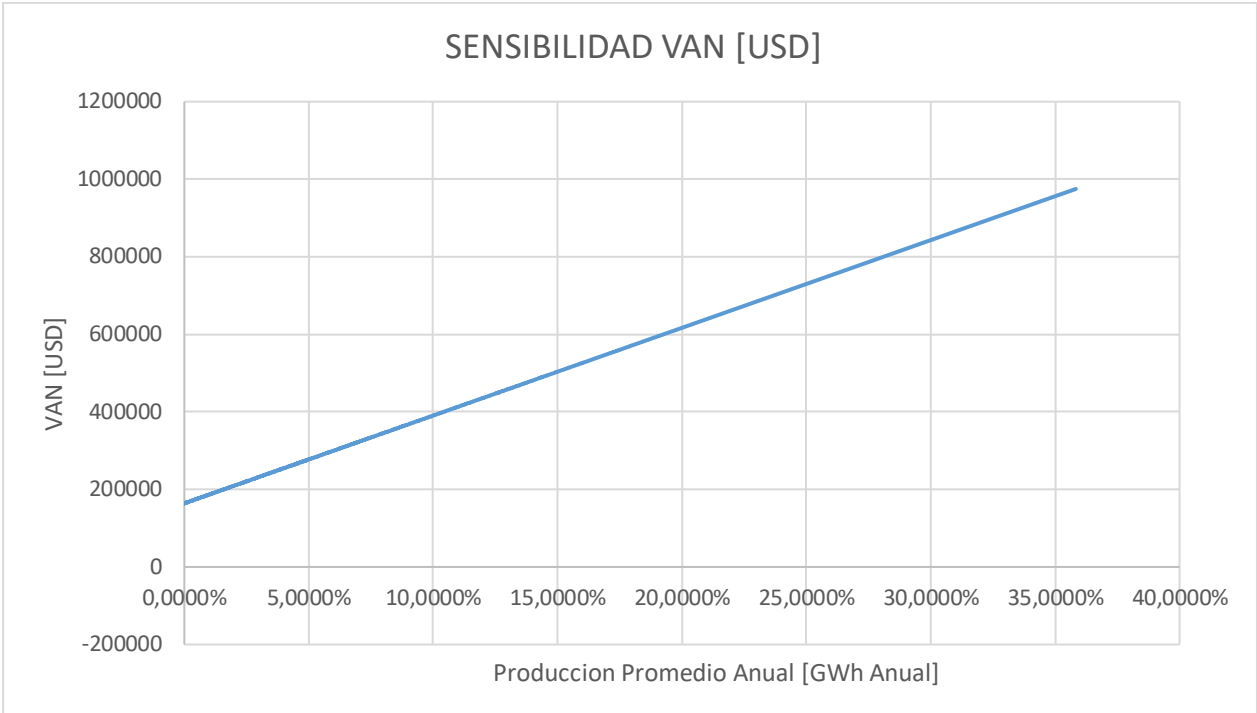


Gráfico 0-1 Valor del VAN al variar la producción energética (Proyecto puro)

Fuente: Elaboración propia

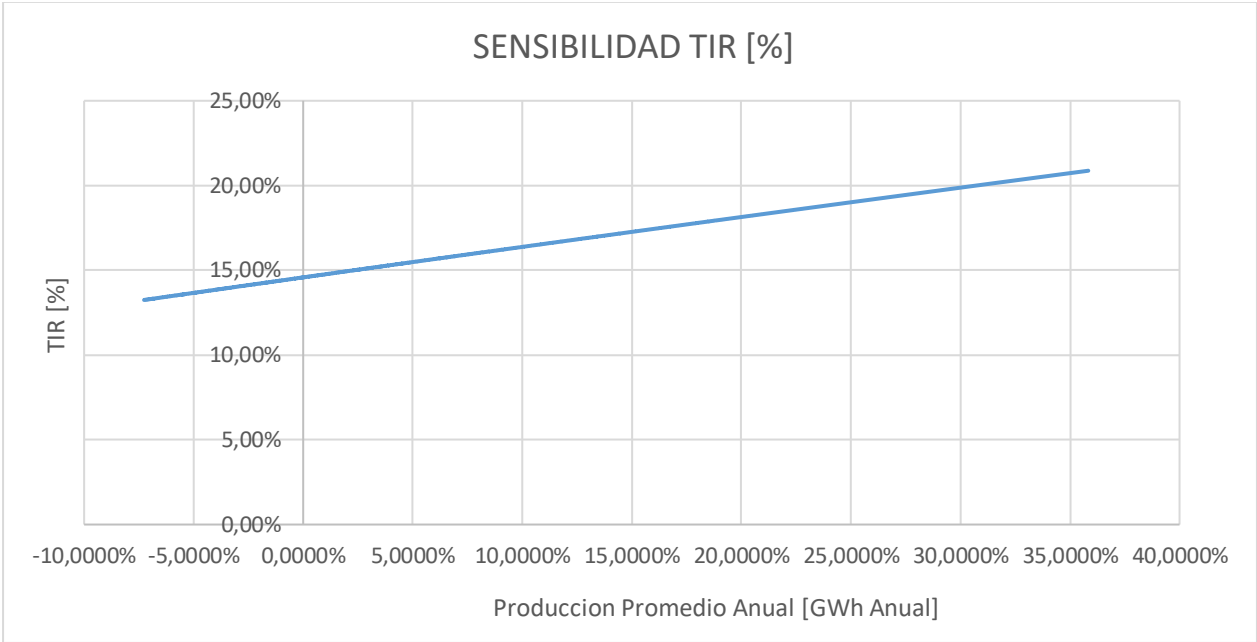


Gráfico 0-2 Valor del TIR al variar los ingresos Proyecto puro Al sensibilizar la producción de energía, se puede observar que cuando se disminuyen la Producción hasta un -7.2% del valor promedio este proyecto aún presenta rentabilidad.

5.12. Conclusiones y recomendaciones

Los índices económicos de la evaluación, son altamente atractivos, debido a que reflejan un VAN positivo que varía de los USD\$164.153 en proyecto puro a USD\$464.531 en caso de financiamiento al 75% del total de la producción y con una TIR de 15% a 22% respectivamente. Cabe destacar que estos valores dependen netamente de la condición impositiva favorable de la Isla de Pascua, es por esto que el horizonte del proyecto fue de un plazo menor a los cuales habitualmente se evalúan los proyectos de energía renovables no convencionales que es del orden de los 20 años promedio.

Sin embargo, si este proyecto estuviera condicionado a obligaciones tributarias, no resulta rentable y reporta perdidas de ejercicio.

Los beneficios medio ambientales como la disminución del impacto ambiental por emisiones de 1100 Toneladas de CO₂ a la atmósfera, así como los beneficios a la comunidad por la generación de empleos en la fase de construcción, se suman a los beneficios de los económicos y operativos desglosados en los capítulos 3, 4 ,5.

La estimación del recurso solar dentro de la Isla de Pascua arroja valores factibles para la producción de energía eléctrica y los terrenos disponibles por SASIPA permiten abarcar alrededor de un 18% de la demanda anual.

La reducción de los costos por concepto de Diesel fluctúa desde los \$USD 302.000 a 416.000 por cada año del ciclo vida del proyecto evaluado.

Bibliografía

-Centro de Energía-FCFM, Universidad de Chile, “elaboración propuesta energética para la Isla de pascua.

- Instituto Nacional de Estadística, 2017, “Resultados Encuesta Casen”, Santiago, Chile.

- SASIPA, “Memoria de sustentabilidad 2017”

-ACERA, Presentación “Diplomado en Regulación y Mercado Eléctrico

Industria ERNC y proyecciones del sector”

-Comisión nacional de energía (CNE): informe de fijación de precios nudo a corto plazo.

-Biblioteca del congreso nacional de Chile (BCN): “Beneficios tributarios para la Isla de Pascua”

-SMA: technical specification Medium voltage power station.

- ACCIONA ENERGÍA: Technical Investment Memo “Isla de Pascua solar PV (0.1mw) Hanga Roa. (Chile)