



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la empresa Caleta Arantas S.A.C, ubicada en Camaná, Arequipa, 2025.

Tesis presentada por:

Ramos Roque, Carlos Joaquín

ORCID: 0009-0005-8073-4550

para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor (a):

Mg. Deza Loyaga, Walter Francisco

ORCID: 0000-0002-4005-0200

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 12 de Diciembre del 2025

Dictamen: 016539-C-EPII-2025

Visto el borrador del expediente 016539, presentado por:

2017224131 - RAMOS ROQUE CARLOS JOAQUIN

Titulado:

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA
SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA EMPRESA CALETA ARANTAS S.A.C, UBICADA EN CAMANÁ,
AREQUIPA, 2025.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO INDUSTRIAL

**29267647 - VALENCIA BECERRA ROLARDI MARIO
DICTAMINADOR**



**29643059 - TUPAYACHY QUISPE DANNY PAMELA
DICTAMINADOR**



**41922787 - FLORES SANCHEZ MARIELA ROSA
DICTAMINADOR**



Estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la empresa Caleta Arantas S.A.C, ubicada en Camaná, Arequipa, 2025.

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	15%	6%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.coursehero.com	2%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	
4	Submitted to Universidad TecMilenio	<1%
	Trabajo del estudiante	
5	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	www.docstoc.com	<1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC	<1%
	Trabajo del estudiante	

Submitted to Universidad Andrés Bello

Dedicatoria

A mis queridos padres, Carlos Alfredo Ramos Chávez y Guadalupe Virginia Roque Zeballos, No hay palabras suficientes para expresar mi profunda gratitud y admiración hacia ustedes. Desde mi infancia, su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificios han sido los pilares que han sostenido mis sueños y aspiraciones.

Papá, gracias por enseñarme el valor de la integridad y el trabajo arduo. Tus consejos sabios y tu ejemplo constante de dedicación y esfuerzo me han guiado a lo largo de este camino.

Mamá, tu amor y tu fe en mí han sido mi fuerza motriz. Gracias por cada palabra de aliento, por cada sacrificio hecho en silencio y por creer en mis capacidades incluso cuando yo dudaba de ellas.

A mi hija Isabella, mi mayor motor, mi luz diaria y la razón más pura por la que aprendí a ser fuerte incluso en los días más difíciles. Que este logro sea siempre un recordatorio de que los sueños se construyen con amor, constancia y esperanza.

A mi esposa Angelli, por su paciencia infinita, su apoyo incondicional y su fe constante en mí, aun cuando yo dudaba. Gracias por caminar a mi lado, por sostener nuestro hogar y por ser refugio, impulso y equilibrio en este proceso.

Esta tesis es tanto de ustedes como mía. Es el fruto de su amor, sus enseñanzas y su apoyo incondicional. Los amo profundamente y les dedico este logro con todo mi corazón. Con todo mi amor y gratitud.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que han sido parte fundamental de mi trayectoria académica y personal, y que han contribuido al logro de este importante objetivo.

A la Universidad Católica de Santa María, mi alma mater, por haberme brindado una educación integral y de calidad. Agradezco profundamente a todos los miembros de esta gran institución por su dedicación y compromiso con la formación de profesionales competentes y éticos.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, mi más profundo reconocimiento y gratitud. Gracias por compartir sus conocimientos, por su paciencia, y por inspirarme a dar siempre lo mejor de mí. Sus enseñanzas y orientaciones han sido vitales en mi desarrollo académico y profesional.

A mi esposa, Angelli, gracias por tu amor, apoyo y comprensión incondicional. Gracias por estar a mi lado en los momentos de desafío y celebración. Tu presencia ha sido una fuente constante de motivación y alegría.

A mis amistades, quienes han sido una red invaluable de apoyo y camaradería. Gracias por los momentos compartidos, por las risas, y por ser mi refugio en tiempos de estrés. Su amistad ha sido fundamental para mantener el equilibrio y la perseverancia durante estos años.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Esta tesis es también un reflejo de su influencia positiva en mi vida. Con gratitud y aprecio.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de implementar un sistema de energía solar fotovoltaica en el Hotel Caleta Arantas S.A.C., ubicado en Camaná, Arequipa. Este establecimiento presenta dificultades energéticas por su ubicación remota y la ausencia de conexión a la red eléctrica pública, lo que lo obliga a depender de combustibles fósiles. Frente a este problema, se propuso una alternativa sostenible que permita garantizar un suministro confiable, reducir costos operativos y mitigar impactos ambientales.

El estudio incluyó un análisis de la irradiancia solar de la región, confirmando condiciones favorables para la instalación de paneles solares. Con base en ello, se procedió al dimensionamiento del sistema fotovoltaico, que requirió 16 paneles solares de 100 Wp, un controlador de carga MPPT 150/70, un inversor de 6000 W y cinco baterías de 250 Ah, ajustado a la demanda energética y condiciones climáticas locales.

En el aspecto económico, el costo total de instalación ascendió a S/ 37,396.91, incluyendo impuestos, estructuras e imprevistos. Se estimó un mantenimiento de S/ 2,640.00 cada tres años, además del reemplazo de baterías cada siete años. El análisis financiero reveló un VAN de S/ 57,304.97, una TIR del 56.02 %, un periodo de recuperación de 1.70 años y una relación beneficio/costo de 1.85, lo que confirma la alta rentabilidad del proyecto.

En conclusión, la implementación del sistema fotovoltaico en el hotel es una solución técnica y económicamente viable que reduce la dependencia de combustibles fósiles, disminuye costos y fortalece la sostenibilidad ambiental. Asimismo, constituye un modelo replicable para otros establecimientos turísticos en zonas con limitaciones eléctricas, fomentando la adopción de energías limpias en la industria hotelera.

Palabras clave: Energía solar fotovoltaica, sustentabilidad, eficiencia energética.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the technical, economic, and environmental feasibility of implementing a photovoltaic solar energy system at Hotel Caleta Arantas S.A.C., located in Camaná, Arequipa. This establishment faces significant energy challenges due to its remote location and the absence of connection to the public electricity grid, which forces it to rely on fossil fuels. In response to this problem, a sustainable alternative was proposed to ensure a reliable energy supply, reduce operating costs, and mitigate environmental impacts.

The study included an analysis of the region's solar irradiance, confirming favorable conditions for the installation of solar panels. Based on this, the photovoltaic system was sized, requiring 16 solar panels of 100 Wp, an MPPT 150/70 charge controller, a 6000 W inverter, and five 250 Ah batteries, adjusted to the hotel's energy demand and local climatic conditions.

From an economic perspective, the total installation cost amounted to S/ 37,396.91, including taxes, structures, and contingencies. Maintenance was estimated at S/ 2,640.00 every three years, in addition to battery replacement every seven years. The financial analysis revealed a Net Present Value (NPV) of S/ 57,304.97, an Internal Rate of Return (IRR) of 56.02%, a payback period of 1.70 years, and a cost/benefit ratio of 1.85, confirming the high profitability of the project.

In conclusion, the implementation of the photovoltaic system in the hotel is a technically and economically viable solution that reduces dependence on fossil fuels, decreases costs, and strengthens environmental sustainability. Likewise, it represents a replicable model for other tourist establishments located in areas with limited access to electricity, fostering the adoption of clean energy in the hotel industry.

Keywords: Photovoltaic solar energy, sustainability, energy efficiency.

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Abstract

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
1.1. Planteamiento Operacional	3
1.1.1. Determinación del problema	3
1.1.2. Enunciado del problema	4
1.1.3. Descripción del problema.....	4
1.2. Justificación	4
1.2.1. Justificación ambiental	4
1.2.2. Justificación social	4
1.2.3. Justificación económica	4
1.2.4. Justificación tecnológica	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Metodología de Investigación.....	5
1.5. Cuadro de Variables.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2.1. Marco teórico	7
2.1.1. Energía solar fotovoltaica.....	7
2.1.2. Principios básicos de la energía solar fotovoltaica.....	8
2.1.3. Componentes de un sistema de energía solar fotovoltaica.....	8
2.1.4. Tipos de paneles solares y su eficiencia.....	10
2.1.5. Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica	10
2.1.6. Paneles solares.....	11
2.1.7. Reducción de emisiones	11
2.1.8. Casos de éxito en Europa	12

2.2.	Análisis de viabilidad.....	13
2.2.1.	Evaluación de recursos solares en la región de Arequipa	13
2.2.2.	Radiación solar en Arequipa	13
2.2.3.	Perfil de irradiación anual	13
2.2.4.	Condiciones climáticas.....	13
2.2.5.	Análisis de la energía solar en la región de Arequipa	14
2.2.6.	Estudio de demanda energética de la empresa Caleta Arantas S.A.C.....	16
2.3.	Descripción de la zona	18
2.3.1.	Evaluación de infraestructura existente.....	18
2.3.2.	Disponibilidad de espacio	18
2.3.3.	Compatibilidad del sistema	18
2.3.4.	Capacidad de mantenimiento y vida útil del sistema	18
2.4.	Impacto ambiental y sostenibilidad	19
2.4.1.	Reducción de emisiones de CO ₂	19
2.4.2.	Beneficios ambientales.....	19
2.4.3.	Sostenibilidad y energía renovable	19
2.4.4.	Eficiencia y tecnologías avanzadas	20
2.5.	Huella de carbono	20
2.5.1.	Evaluación de la huella de carbono de la empresa.....	20
2.5.2.	Cálculo de emisiones de CO ₂	20
2.5.3.	Otros gases de efecto invernadero.....	21
2.5.4.	Reducción de la huella de carbono con energía solar fotovoltaica	21
2.5.5.	Generación de electricidad limpia.....	21
2.5.6.	Reducción de costos energéticos.....	21
2.5.7.	Beneficios ambientales y sociales	21
2.6.	Beneficios ambientales y sociales de la energía solar fotovoltaica	22
2.6.1.	Conservación de recursos naturales	22
2.6.2.	Creación de empleo local	22
2.6.3.	Fomento de la responsabilidad social corporativa	22
2.6.4.	Beneficios para la salud pública.....	23
2.6.5.	Impacto positivo en la biodiversidad	23
2.7.	Normativas y regulaciones ambientales.....	23
2.7.1.	Normativas internacionales	24

2.7.2.	Normativas nacionales	25
2.7.3.	Análisis de la Normativa Ambiental	25
2.8.	Antecedentes de investigación.....	27
CAPÍTULO III		45
3.1.	Marco Metodológico.....	45
3.1.1.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	45
3.1.2.	Nivel de investigación	46
3.1.3.	Diseño de investigación	46
3.1.4.	Población y muestra	46
3.1.5.	Aspectos administrativos.....	46
3.1.6.	Métodos de investigación.....	47
CAPÍTULO IV		48
4.1.	ANÁLISIS DE MERCADO Y ORGANIZACIONAL	48
4.1.1.	Misión y visión.....	48
4.1.2.	Organigrama de la empresa.....	48
4.1.3.	Análisis del Macroentorno (PESTEL)	50
4.1.4.	Análisis de la Industria (PORTER).....	57
4.1.5.	Análisis Interno (AMOFHIT)	63
4.1.6.	Análisis de fortalezas y debilidades	73
4.1.7.	Matriz FODA	75
4.1.8.	Matriz FODA cruzado numerado.....	77
4.1.9.	Análisis Estratégico.....	80
4.1.10.	Formulación de estrategias resultantes del FODA	81
4.2.	Estrategias de marketing	82
4.2.1.	Descripción de producto.....	82
4.2.2.	Estrategias de precio.....	82
4.2.3.	Canales de distribución	83
4.2.4.	Estrategias promocionales.....	83
4.2.5.	Análisis de mercado	84
4.2.6.	Estrategias de posicionamiento	84
4.2.7.	Estrategias de marketing	84
4.2.8.	Desafío y oportunidades.....	85
CAPÍTULO V		87

5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	87
5.1.1 Evaluación de la viabilidad técnica	87
5.1.2. Propuesta técnica.....	87
5.1.3. Instalaciones	92
5.1.4. Sistema actual de ciclo cerrado	99
5.1.5. Análisis de requerimientos energéticos.....	99
5.1.6. Datos de localización	103
5.1.7. Datos de consumo y cálculos específicos	106
CAPÍTULO VI	109
6.1. ANÁLISIS ECONÓMICO	109
6.2. Estructura de costos	109
6.2.1. Costos de inversión inicial	109
6.2.2. Costos de mantenimiento	110
6.2.3. Análisis Económico.....	111
6.2.4. Indicadores Económicos	114
6.2.5. Cálculo del WACC (costo promedio ponderado de capital).....	115
6.2.6. Indicadores económicos con financiamiento	117
6.2.7. Cálculo de la deuda	118
CAPÍTULO VII.....	121
7.1. ANÁLISIS SOCIAL Y AMBIENTAL	121
7.1.1. Evaluación de aspecto ambiental	121
7.1.2. Evaluación de aspecto social.....	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

ÍNDICE DE TABLAS

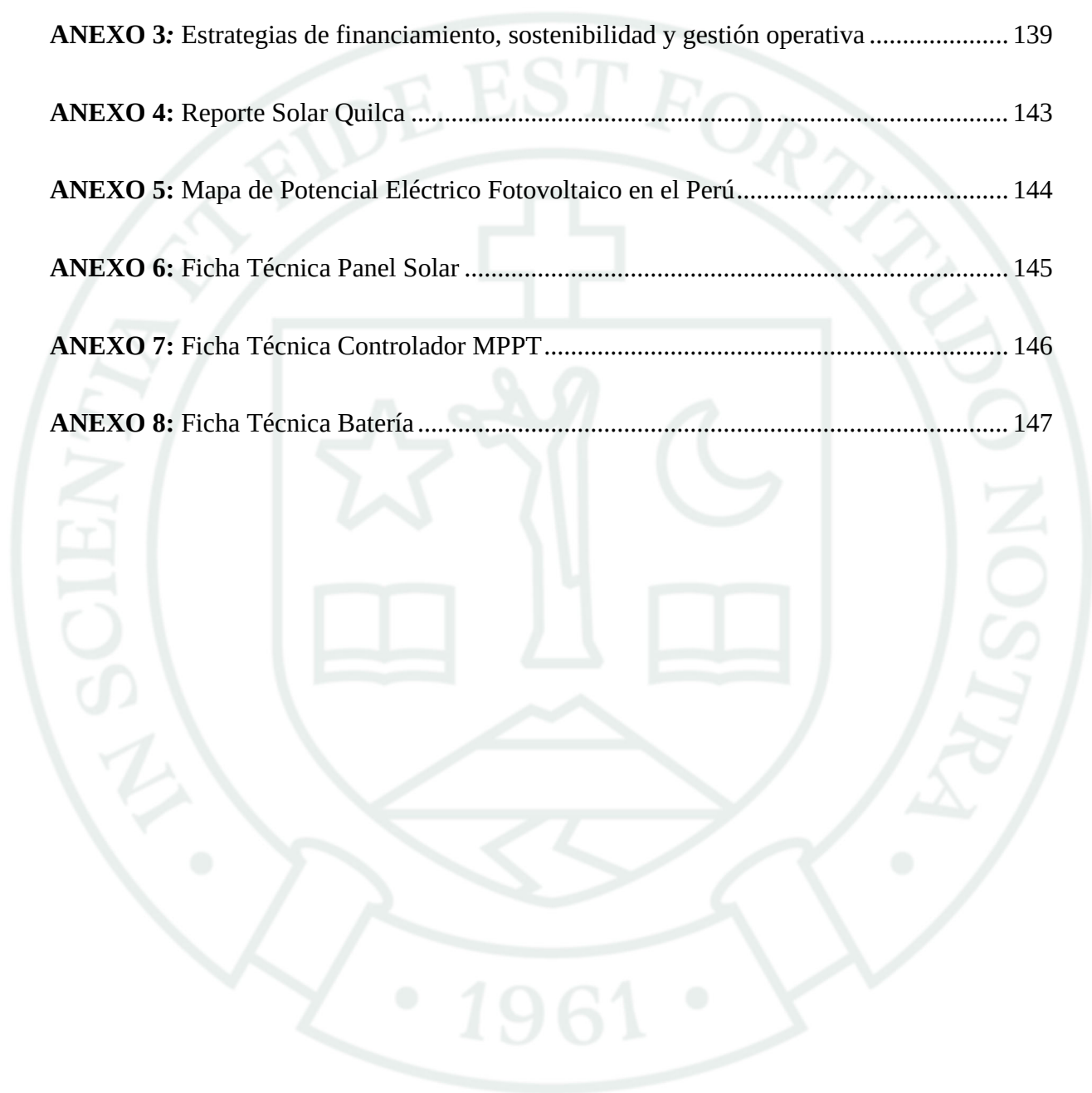
Tabla 1 Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica	11
Tabla 2 Datos de radiación solar en Arequipa 2023	14
Tabla 3 Demanda energética de la empresa Caleta Arantas S.A.C.....	16
Tabla 4 Lista de equipos y accesorios	88
Tabla 5 Análisis de requerimientos energéticos.....	99
Tabla 6 Datos de localización	103
Tabla 7 Cálculo de las horas pico solares (HSP).....	104
Tabla 8 Panel solar Yingli YL100P-17b 4/5.....	106
Tabla 9 Resumen del sistema fotovoltaico a instalar	109
Tabla 10 Costos de mantenimiento del sistema fotovoltaico	110
Tabla 11 Análisis económico para determinar la viabilidad financiera	111
Tabla 12 Indicadores económicos	114
Tabla 13 Análisis económico con financiamiento	116
Tabla 14 Indicadores económicos con financiamiento	117
Tabla 15 Cronograma de pagos de la deuda.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Energía solar fotovoltaica	7
Figura 2 Principios básicos de la energía solar fotovoltaica	8
Figura 3 Componentes de un sistema de energía solar fotovoltaica	9
Figura 4 Tipos de paneles solares y su eficiencia	10
Figura 5 Reducción de costos	12
Figura 6 Datos de radiación solar en Arequipa, 2023	15
Figura 7 Fotografía aérea panorámica del hotel Caleta Arantas S.A.C.	17
Figura 8 Caleta Arantas S.A.C. en Instagram	86
Figura 9 Fotografía aérea de Caleta Arantas S.A.C.	87
Figura 10 Panel solar YINGLI YL100P-17b 4/5	88
Figura 11 Controlador de carga Victron Energy MPPT 150/70	88
Figura 12 Flowsheet del proceso de dimensionamiento y cálculo de paneles fotovoltaicos ..	89
Figura 13 Flowsheet del proceso de captación y generación de la energía fotovoltaica	91
Figura 14 Fotografías de diagnóstico I	93
Figura 15 Fotografías de diagnóstico II	94
Figura 16 Fotografía de diagnóstico III sistema de batería e inversor	95
Figura 17 Fotografía de diagnóstico IV y estado actual	96
Figura 18 Fotografía de diagnóstico V	97
Figura 19 Fotografía de diagnóstico VI	98
Figura 20. Hora Solar Pico anual	105
Figura 21 Captura de pantalla del PDAV (Power Data Access Viewer)	105
Figura 22 Diagrama de Gantt - Programa educativo de energías renovables	139

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Programa educativo sobre energías renovables.....	135
ANEXO 2: Formato de programa educativo sobre energías renovables.....	137
ANEXO 3: Estrategias de financiamiento, sostenibilidad y gestión operativa	139
ANEXO 4: Reporte Solar Quilca	143
ANEXO 5: Mapa de Potencial Eléctrico Fotovoltaico en el Perú.....	144
ANEXO 6: Ficha Técnica Panel Solar	145
ANEXO 7: Ficha Técnica Controlador MPPT	146
ANEXO 8: Ficha Técnica Batería	147



INTRODUCCIÓN

En la industria hotelera, la eficiencia energética y la adopción de fuentes de energía renovable se han convertido en aspectos fundamentales para promover la sostenibilidad ambiental y reducir los costos operativos. Sin embargo, algunos hoteles enfrentan desafíos significativos debido a su ubicación geográfica y la falta de acceso a la red pública de electricidad. Este es el caso del hotel Caleta Arantas S.A.C., un establecimiento de campo abierto situado en Camaná, Arequipa, Perú, frente a una hermosa playa y lejos de zonas urbanas que podrían brindarle energía eléctrica de la red pública.

Caleta Arantas S.A.C. es un completo establecimiento turístico ubicado en la localidad de Camaná, frente a unas hermosas caletas. Ofrece hospedaje de calidad con habitaciones diseñadas para satisfacer diversas preferencias. Destaca por sus emocionantes actividades acuáticas como paseos en lancha y motos acuáticas, permitiendo a los visitantes explorar el mar bajo la guía de expertos. El restaurante de la empresa ofrece una variedad de platos clásicos marinos. Además, brinda servicios complementarios como alquiler de equipos de playa, asesoramiento turístico y entretenimiento en vivo. Caleta Arantas S.A.C. proporciona a los viajeros una experiencia turística completa y emocionante en un entorno costero único en Camaná.

Dado que el hotel Caleta Arantas S.A.C. no puede abastecerse de energía eléctrica a través de la red pública, se ha visto obligado a depender de medios tradicionales de generación de energía basados en combustibles fósiles. Esta dependencia tiene un impacto significativo en los gastos operativos del hotel durante su período de funcionamiento, ya que el consumo de energía eléctrica es esencial para alimentar las diversas áreas y servicios que ofrece el establecimiento. Con un área total de 7475 metros cuadrados y 35 habitaciones, cada una de ellas generando su propio gasto energético, así como los baños y las áreas destinadas a los caminos, piscinas y patios dentro del hotel, los requerimientos energéticos son considerablemente altos.

En vista de esta situación, en pleno 2025 surge la necesidad de buscar alternativas energéticas más sostenibles y eficientes para el hotel Caleta Arantas S.A.C. La implementación de una fuente de energía renovable, como la energía solar, se presenta como una solución prometedora para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y minimizar tanto los costos operativos como el impacto ambiental del hotel.

Esta investigación tiene como objetivo principal explorar la viabilidad y los beneficios de la adopción de fuentes de energía renovable en el hotel Caleta Arantas S.A.C. Se analizarán las posibilidades de implementación de sistemas solares, considerando la ubicación geográfica y las características del hotel. Además, se evaluarán los potenciales ahorros económicos y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociados a esta transición hacia una energía más limpia y sostenible.

Con estos propósitos en mente, se espera que los resultados de esta investigación proporcionen una base sólida para tomar decisiones informadas y estratégicas con respecto a la implementación de fuentes de energía renovable en el hotel Caleta Arantas S.A.C. Asimismo, se espera que los hallazgos obtenidos puedan ser útiles para otros establecimientos hoteleros en situaciones similares, promoviendo así la adopción de prácticas más sostenibles y responsables en la industria.



CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento Operacional

1.1.1. Determinación del problema

En la actualidad, la creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles ha impulsado a muchos sectores a buscar alternativas de energía más sostenibles. En particular, la industria hotelera ha comenzado a adoptar medidas para minimizar su impacto ambiental y optimizar su eficiencia energética. Sin embargo, en el caso del hotel Caleta Arantas S.A.C. ubicado en Camaná, Arequipa, Perú, se enfrenta a desafíos significativos relacionados con su suministro energético.

A nivel global, diversos hoteles han optado por reemplazar los sistemas convencionales de generación de energía por fuentes renovables, como la energía solar fotovoltaica. Estas alternativas no solo reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también pueden generar ahorros económicos a largo plazo, al disminuir los costos asociados con el consumo de combustibles fósiles.

En el contexto del Perú, un país subdesarrollado que aún depende en gran medida de métodos tradicionales de generación de energía, la transición hacia fuentes renovables presenta una oportunidad valiosa para impulsar el desarrollo sostenible. Además, en la zona sur del país, donde se encuentra Camaná, la energía solar está presente la mayor parte del año, lo que ofrece un potencial significativo para aprovechar esta fuente natural y abundante de energía limpia.

Sin embargo, a pesar de estas posibilidades, el hotel Caleta Arantas S.A.C. continúa utilizando métodos convencionales basados en combustibles fósiles para abastecerse de energía eléctrica durante su funcionamiento. Este enfoque no solo tiene un impacto negativo en el medio ambiente, sino que también genera gastos importantes para la empresa en concepto de consumo de energía.

El área total del hotel, que abarca 7475 metros cuadrados, junto con las 35 habitaciones, los baños y las áreas destinadas a caminos, piscinas y patios, contribuyen al consumo energético del establecimiento. Esto crea una oportunidad clara para implementar soluciones sostenibles y eficientes que permitan al hotel reducir su huella de carbono, disminuir los gastos asociados a

la energía y mejorar su imagen como empresa comprometida con el cuidado del medio ambiente.

1.1.2. Enunciado del problema

¿Es técnica, económica, social y ambientalmente viable la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la empresa Caleta Arantas S.A.C., ubicada en Camaná, Arequipa, como alternativa sostenible para el abastecimiento energético y la reducción de costos operativos en sus instalaciones hoteleras?

1.1.3. Descripción del problema

Camaná, situado en el sur de Perú, posee un alto potencial solar la mayor parte del año, lo que representa una oportunidad para la generación de energía limpia, por lo tanto, el problema a determinar es la viabilidad técnica, económica, social y ambiental para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la empresa Caleta Arantas S.A.C., lo que le daría sustentabilidad a la empresa en los tiempos actuales.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación ambiental

La adopción de fuentes de energía más sostenibles permitirá al hotel reducir su huella de carbono y contribuir a la preservación del medio ambiente.

1.2.2. Justificación social

La implementación de prácticas sostenibles y la reducción de la contaminación ambiental generarán una imagen positiva para el hotel, aumentando su reputación y atrayendo a un segmento de clientes más conscientes del medio ambiente.

1.2.3. Justificación económica

Al disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, el hotel Caleta Arantas S.A.C. podrá reducir significativamente sus gastos operativos y mejorar su rentabilidad a largo plazo.

1.2.4. Justificación tecnológica

Se puede justificar el presente problema en el sentido tecnológico ya que la naturaleza de las energías renovables actualmente se ha desarrollado a un gran nivel en países subdesarrollados, y es bastante menos complicado utilizarlas que en el pasado.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la empresa Caleta Arantas S.A.C., ubicada en Camaná, Arequipa, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar los aspectos de mercado y organizacionales de la empresa Caleta Arantas S.A.C.
- Evaluar la viabilidad técnica del sistema solar fotovoltaico para el hotel Caleta Arantas S.A.C.
- Realizar un análisis económico para determinar la viabilidad financiera del sistema solar fotovoltaico.
- Evaluar los aspectos sociales y ambientales de la instalación del sistema solar fotovoltaico.

1.4. Metodología de Investigación

- Tipo y diseño de investigación: aplicada, descriptiva, evaluativa.
- Enfoque: cuantitativo (por los cálculos y análisis financieros, técnicos y ambientales).
- Población y muestra: no es poblacional clásica; se define el caso de estudio (Hotel Caleta Arantas) como unidad de análisis.
- Técnicas de recolección: recopilación documental, fichas técnicas de equipos, entrevistas a responsables, y fuentes secundarias (atlas solar, SENAMHI, IRENA, etc.).
- Instrumentos: tablas de irradiancia, matrices de costos, indicadores financieros (VAN, TIR, C/B), matriz de impacto ambiental/social.
- Procedimiento: análisis de la demanda energética, dimensionamiento del sistema, evaluación técnica, económica, social y ambiental.

1.5. Cuadro de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Implementación del sistema de energía solar fotovoltaica	Proceso de instalación y uso de un sistema fotovoltaico para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar.	Se analiza mediante el diseño, dimensionamiento y características técnicas del sistema propuesto para el hotel.	• Técnica	• Número de paneles instalados • Capacidad del sistema (W) • Horas pico solares (HSP) • Cobertura de demanda (%)	Cuantitativa continua
Variable Dependiente: Viabilidad del sistema solar fotovoltaico	Grado en que el sistema fotovoltaico propuesto puede implementarse de manera exitosa en la empresa Caleta Arantas S.A.C., considerando los criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales.	Resultado del análisis integral que determina si la propuesta es viable o no, en función de indicadores cuantitativos (eficiencia, rentabilidad e impacto ambiental y social	• Económica • Ambiental • Social	• Cumplimiento de demanda energética (%) • VAN (S/.) • TIR (%) • C/B • Reducción de emisiones (tCO₂/año)	Cuantitativa continua (VAN, TIR, C/B, emisiones)

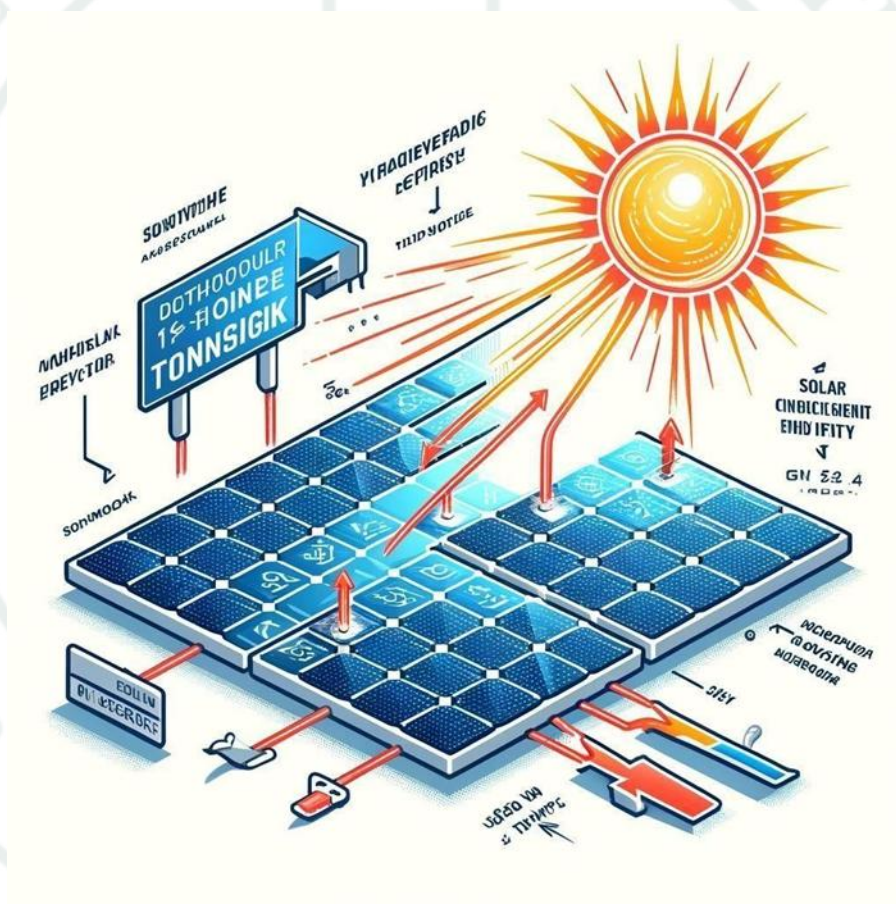
CAPÍTULO II

2.1. Marco teórico

2.1.1. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se basa en la conversión directa de la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Este efecto se produce cuando la luz solar incide sobre las células fotovoltaicas, que están compuestas de materiales semiconductores, generando una corriente eléctrica. (Goswami, 2015).

Figura 1 Energía solar fotovoltaica

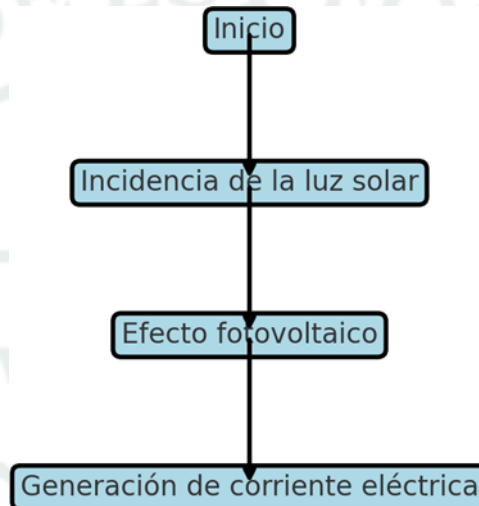


Nota: Adaptado de Eco Energía (s.f.), Eco Energía. Se muestra cómo la luz solar incide sobre los paneles solares, que convierten directamente la luz en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

2.1.2. Principios básicos de la energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se basa en la conversión directa de la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Este efecto se produce cuando la luz solar incide sobre las células fotovoltaicas, que están compuestas de materiales semiconductores, generando una corriente eléctrica. (Goswami, 2015).

Figura 2 Principios básicos de la energía solar fotovoltaica



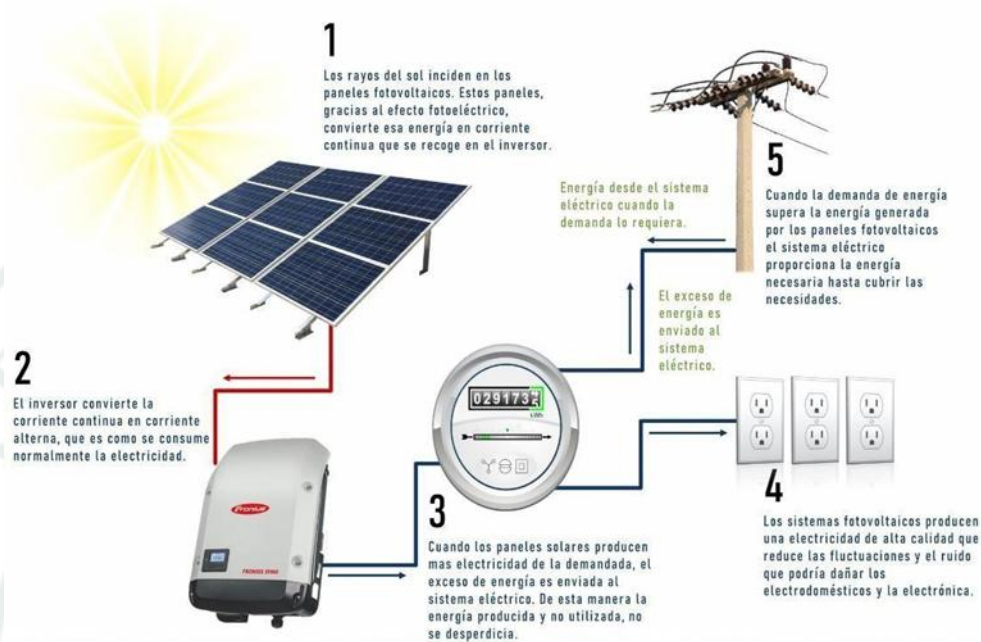
Nota: Elaboración propia

2.1.3. Componentes de un sistema de energía solar fotovoltaica

- **Paneles Solares:** Los rayos del sol inciden en los paneles fotovoltaicos. Estos paneles convierten la energía solar en electricidad de corriente continua (CC) mediante el efecto fotovoltaico. Esta electricidad se recoge y se envía al inversor.
- **Inversor:** El inversor convierte la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es el tipo de electricidad que se consume normalmente en los hogares y empresas.
- **Medidor de Energía:** Cuando los paneles solares producen más electricidad de la que se demanda en el hogar, el exceso de energía se envía al sistema eléctrico. Este medidor registra tanto la energía consumida desde la red como la energía inyectada a la red.
- **Baterías (opcional):** almacenan la electricidad generada para su uso durante la noche o en momentos de baja radiación solar.

- **Estructura de soporte:** proporciona estabilidad y fijación para los paneles solares.
- **Sistema de cableado:** permite la conexión entre los diferentes componentes del sistema.

Figura 3 Componentes de un sistema de energía solar fotovoltaica



Nota: Eco Energía (s.f.), Eco Energía.

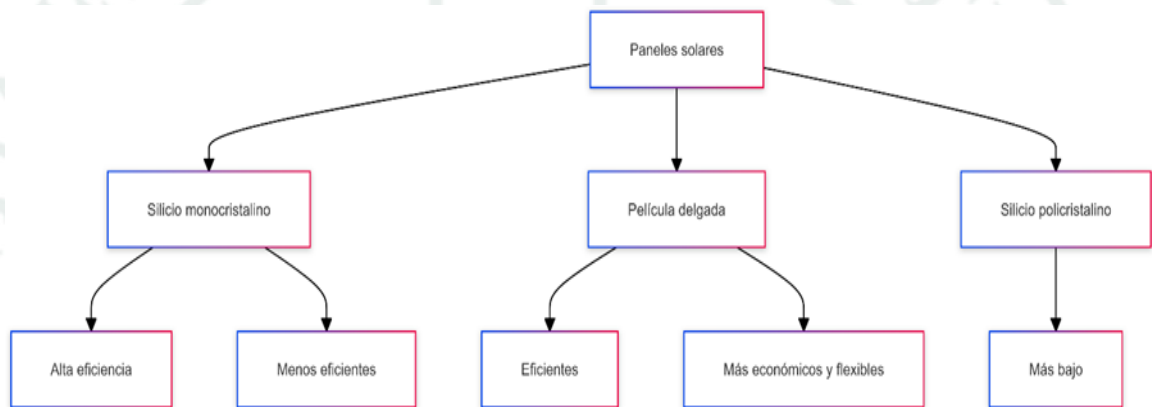
- **Distribución Interna:** La electricidad generada por los paneles solares y convertida por el inversor se utiliza para alimentar los electrodomésticos y otros dispositivos eléctricos en el hogar. Los sistemas fotovoltaicos producen una electricidad de alta calidad, reduciendo las fluctuaciones y el ruido que podrían dañar los electrodomésticos y la electrónica.
- **Red Eléctrica:** Cuando la demanda de energía supera la energía generada por los paneles fotovoltaicos, la red eléctrica proporciona la energía necesaria para cubrir las necesidades del hogar. Asimismo, la energía excedente producida por los paneles solares puede ser enviada de vuelta a la red.

El esquema mostrado en la figura 3 ilustra claramente cómo se integra un sistema solar fotovoltaico con la red eléctrica, permitiendo tanto el autoconsumo de energía limpia como la inyección de excedentes a la red.

2.1.4. Tipos de paneles solares y su eficiencia

- **Paneles de silicio monocristalino:** están compuestos de una única estructura cristalina, lo que les confiere una alta eficiencia, pero también un mayor costo.
- **Paneles de silicio policristalino:** están formados por múltiples cristales de silicio, ofreciendo una eficiencia ligeramente menor, pero a un costo más bajo.
- **Paneles de película delgada:** utilizan capas delgadas de materiales semiconductores, como telururo de cadmio o silicio amorfo, son menos eficientes, pero más económicos y flexibles en su instalación. (González et al., 2009).

Figura 4 Tipos de paneles solares y su eficiencia



Nota: Elaboración propia

2.1.5. Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica

- Fuente de energía renovable y limpia.
- Reducción de la dependencia de combustibles fósiles.
- Baja emisión de gases de efecto invernadero durante la generación eléctrica.
- Costos operativos reducidos a largo plazo.
- También existen algunas desventajas asociadas a la energía solar fotovoltaica, como:
- Dependencia de la radiación solar y variabilidad diaria y estacional.
- Necesidad de espacio adecuado para la instalación de paneles solares.
- Costos iniciales de inversión relativamente altos.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica

Ventajas	Desventajas
Limpia, renovable, infinita, silenciosa	Gran inversión inicial
Retribuida económicamente la producción para venta a red	Difícil almacenamiento
Subvenciones	Proceso de fabricación de módulos complejo y caro
Corto pay-back de la energía	No competitiva con otras energías en la actualidad
Sin partes móviles y modular	Producción variable según climatología y época del año

2.1.6. Paneles solares

Los paneles solares fotovoltaicos convierten la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, donde la energía solar es absorbida por materiales semiconductores (como el silicio) y convertida en corriente eléctrica (Goswami, 2015).

Esta tecnología es clave para reducir la dependencia de fuentes de energía no renovable, como el carbón y el petróleo, que son los principales responsables de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (IEA, 2021).

2.1.7. Reducción de emisiones

El uso de energía solar contribuye significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. La generación de electricidad a partir de estas fuentes produce significativamente menos emisiones de CO₂ en comparación con la quema de combustibles fósiles. Según un informe del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), las energías renovables son esenciales para limitar el calentamiento global a 1.5°C por encima de los niveles preindustriales (PCC, 2018).

Figura 5 Reducción de costos



Nota: Adaptado de Atlantic Renewables (2023), Beat the energy price cap increase: invest in solar PV.

2.1.8. Casos de éxito en Europa

Alemania: Alemania ha sido líder en la adopción de energía solar. Con políticas de incentivos y tarifas de alimentación, ha logrado instalar más de 49 GW de capacidad solar, resultando en significativos ahorros económicos y una reducción de las emisiones de CO₂. En 2020, la energía solar cubrió alrededor del 10% de la demanda eléctrica del país (Fraunhofer ISE, 2021).

España: España ha experimentado un auge en la energía solar en los últimos años. Con la eliminación del impuesto al sol y la implementación de subastas renovables, España ha aumentado su capacidad solar a más de 13 GW. Esto ha permitido una reducción en los costos de electricidad y un mayor ahorro económico para los consumidores (REE, 2021).

Italia: Italia ha desarrollado un mercado robusto para la energía solar, con más de 21 GW de capacidad instalada. Las políticas favorables y los programas de incentivos han llevado a una disminución en los costos de generación eléctrica, beneficiando tanto a los consumidores como al medio ambiente (GSE, 2020).

2.2. Análisis de viabilidad

2.2.1. Evaluación de recursos solares en la región de Arequipa

La evaluación de los recursos solares en la región de Arequipa implica analizar la radiación solar disponible, el perfil de irradiación a lo largo del año y las condiciones climáticas que pueden afectar la generación de energía solar fotovoltaica.

Es fundamental para proyectos de energía solar fotovoltaica. Este proceso implica analizar varios factores críticos, como la radiación solar disponible, el perfil de irradiación a lo largo del año y las condiciones climáticas que pueden afectar la generación de energía solar.

2.2.2. Radiación solar en Arequipa

Arequipa se beneficia de altos niveles de radiación solar, lo cual es ideal para la implementación de proyectos solares. Según el Global Solar Atlas, la región tiene un potencial solar significativo, con un promedio de irradiación solar que puede llegar a 5.5 kWh/m²/día. Este potencial se debe a la ubicación geográfica de Arequipa, que le permite recibir una alta cantidad de luz solar directa durante todo el año.

2.2.3. Perfil de irradiación anual

El perfil de irradiación en Arequipa muestra variaciones estacionales mínimas, lo que asegura una producción constante de energía solar. Durante los meses de invierno, aunque la radiación disminuye ligeramente, sigue siendo suficiente para mantener una generación eficiente de electricidad solar. Esta constancia en la irradiación es crucial para la planificación y viabilidad de proyectos solares a largo plazo (Global Solar Atlas, 2024).

2.2.4. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas en Arequipa, caracterizadas por su baja nubosidad y escasas precipitaciones, favorecen la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos. La región cuenta con un clima seco, lo que minimiza los días nublados y maximiza la cantidad de energía solar que puede ser captada por los paneles solares (World Bank, 2020).

2.2.5. Análisis de la energía solar en la región de Arequipa

Perú tiene favorables condiciones solares, con un promedio anual de radiación solar diaria de 4,5 – 5,0 Kwh/m²-día. Los valores de promedio anual son de 4,0 – 4,5 en la Amazonía, hasta valores por encima de 6,5 en el sur del país.

La plataforma PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) proporciona datos detallados sobre el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos y la radiación solar en Arequipa. Esta herramienta es invaluable para los desarrolladores de proyectos solares, ya que permite evaluar con precisión el potencial energético y planificar instalaciones de manera efectiva (European Commission, 2024).

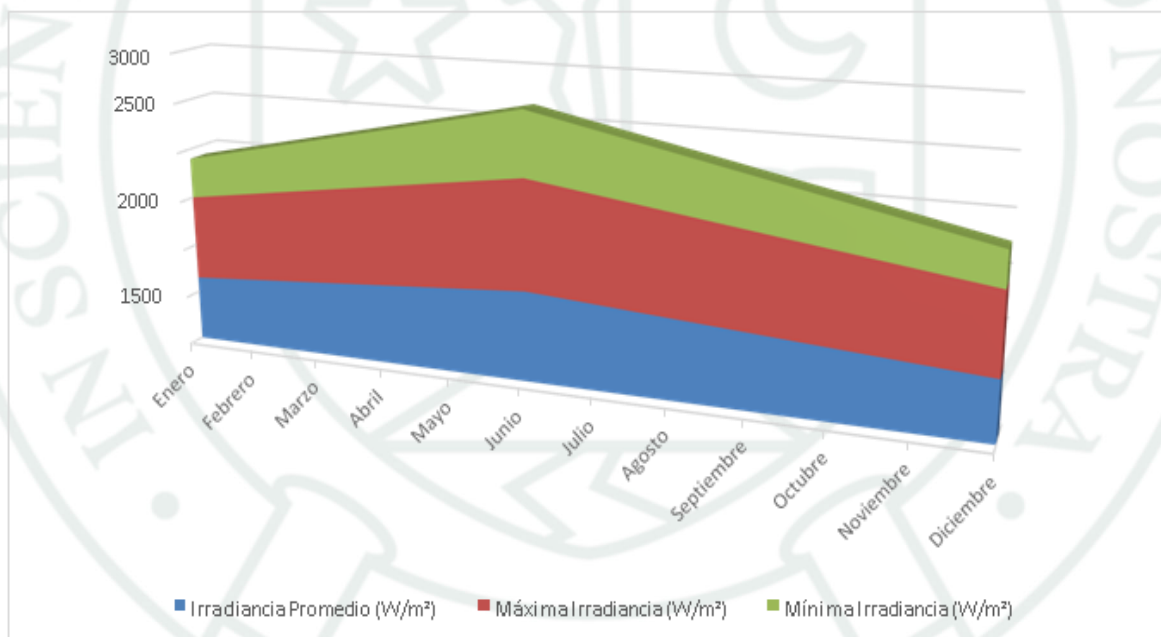
Tabla 2 Datos de radiación solar en Arequipa 2023

Mes	Irradiancia	Máxima	Mínima Irradiancia
	Promedio (W/m²)	Irradiancia (W/m²)	(W/m²)
Enero	650	850	400
Febrero	700	900	450
Marzo	750	950	500
Abril	800	1000	550
Mayo	850	1050	600
Junio	900	1100	650
Julio	850	1050	600
Agosto	800	1000	550
Septiembre	750	950	500
Octubre	700	900	450
Noviembre	650	850	400
Diciembre	600	800	350

Nota: Adaptado de Global Solar Atlas (s.f.), SENAMHI (s.f.), TuTiempo.net (s.f.), Radiación Solar (s.f.). La tabla presenta los valores de radiación solar medidos en Arequipa para cada mes del año 2023. A continuación, se describe cada columna y sus implicaciones:

- **Mes:** Se listan los doce meses del año desde enero hasta diciembre.
- **Irradiancia Promedio (W/m^2):** Representa la irradiancia solar promedio mensual, medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2). Se observa que los valores más altos se presentan en los meses de mayo y junio (850 y 900 W/m^2 respectivamente), lo que sugiere una mayor intensidad de radiación solar durante estos meses. En contraste, diciembre presenta el valor más bajo con 600 W/m^2 .
- **Máxima Irradiancia (W/m^2):** Muestra el pico de irradiancia solar alcanzado en cada mes, Junio tiene la máxima irradiancia más alta con 1100 W/m^2 , mientras que diciembre nuevamente tiene la más baja con 800 W/m^2 .
- **Mínima Irradiancia (W/m^2):** Indica los valores mínimos de irradiancia solar medidos durante cada mes. Los valores varían de 400 W/m^2 en enero a 650 W/m^2 en junio.

Figura 6 Datos de radiación solar en Arequipa, 2023



Nota: Adaptado de datos de Global Solar Atlas (s.f.), SENAMHI (s.f.), Radiación Solar (s.f.) y TuTiempo.net (s.f.).

Arequipa es la región de mayor incidencia solar de nuestro país y uno de los más elevados a nivel Mundial, incluso países que tienen menor incidencia solar demuestran que esta opción es posible y rentable. (Gonza, 2018).

2.2.6. Estudio de demanda energética de la empresa Caleta Arantas S.A.C.

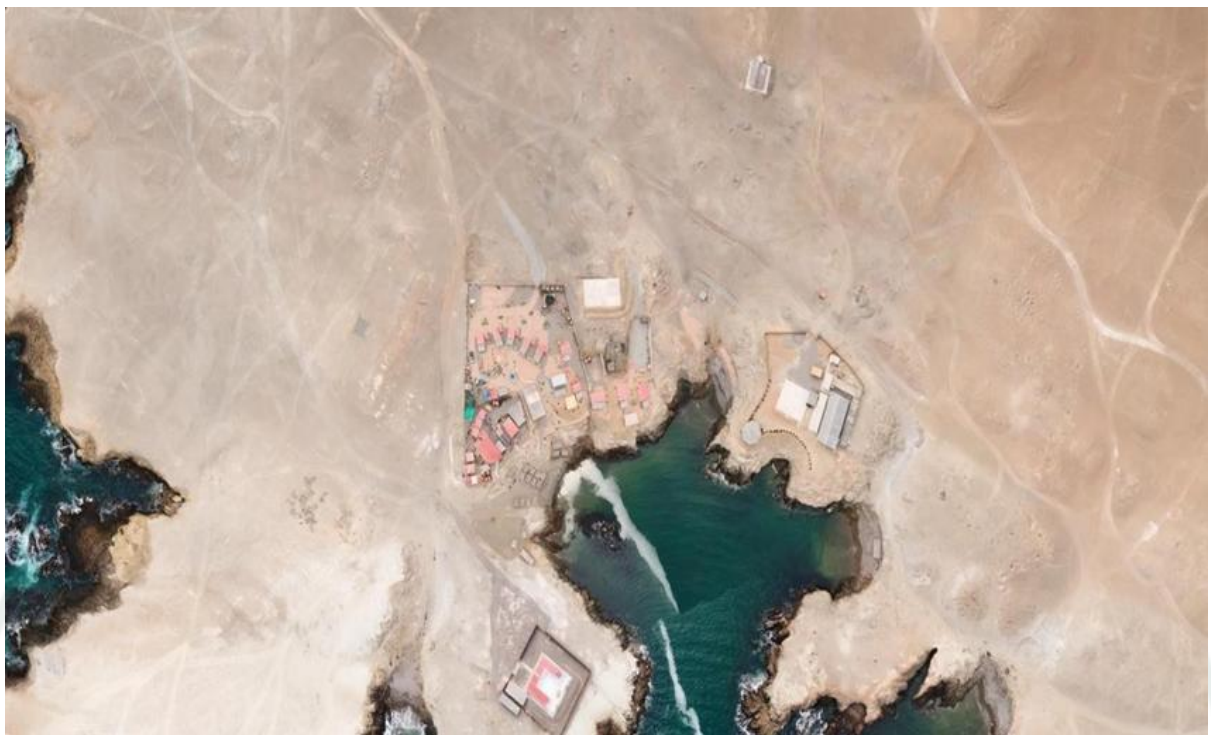
El estudio de demanda energética de la empresa implica determinar la cantidad de energía eléctrica consumida en un periodo determinado y analizar los patrones de consumo. Esto permite identificar las necesidades energéticas y evaluar la viabilidad de satisfacerlas mediante un sistema de energía solar fotovoltaica.

Tabla 3 Demanda energética de la empresa Caleta Arantas S.A.C.

Ambiente	Descripción elementos existentes
Habitaciones simples y dobles	Luminarias: 2 focos LED Phillips
	Dispositivos: 2 cargadores de celulares
Habitaciones de trabajadores	Luminarias: foco LED Phillips
	Dispositivos: cargador de celular
Baños	Luminarias: foco LED Phillips
Almacenes	Luminarias: foco LED Phillips
Centro de esparcimiento	Luminarias: foco LED Phillips
	Dispositivos: parlante bluetooth
Oficina de gerencia	Luminarias: foco LED Phillips
	Dispositivos: router
	Dispositivos: modem
	Dispositivos: consola + sistema de cámaras
	Dispositivos: laptop
	Dispositivos: impresora
Cocina	Luminarias: foco LED Phillips
	Dispositivos: refrigeradora
	Dispositivos: congeladoras
	Dispositivos: hervidora
	Dispositivos: licuadora

Nota: Se hizo un estudio de la demanda energética de la empresa, es la información mostrada en la tabla anterior, que fue posteriormente analizada.

Figura 7 Fotografía aérea panorámica del hotel Caleta Arantas S.A.C.



Nota: Fotografía Propia.

2.3. Descripción de la zona

2.3.1. Evaluación de infraestructura existente

Existen otras instalaciones adyacentes al hotel, indican la presencia de una infraestructura básica que podría soportar la instalación de un sistema solar fotovoltaico.

2.3.2. Disponibilidad de espacio

El área visible en la imagen incluye grandes extensiones de terreno despejado, lo cual es crucial para la instalación de paneles solares. Sin embargo, la empresa tiene designada un área específica para su implementación. La disponibilidad de espacio es un factor clave para determinar la capacidad total de generación de energía del sistema fotovoltaico. El terreno plano y abierto visto en la imagen es ideal para este propósito, ya que permite la instalación de múltiples paneles sin obstrucciones significativas que puedan causar sombras.

2.3.3. Compatibilidad del sistema

La evaluación de la compatibilidad del sistema solar fotovoltaico con las operaciones de la empresa requiere un análisis detallado de los requisitos energéticos actuales y futuros de la instalación. La imagen sugiere una instalación costera que podría beneficiarse enormemente de la implementación de energía solar, reduciendo la dependencia de fuentes de energía más costosas o menos sostenibles.

2.3.4. Capacidad de mantenimiento y vida útil del sistema

La proximidad al mar puede presentar desafíos específicos relacionados con el mantenimiento del sistema fotovoltaico, como la corrosión debido a la salinidad del aire. Sin embargo, estos desafíos pueden ser mitigados con el uso de materiales y diseños adecuados. La vida útil del sistema también debe ser considerada, asegurando que los paneles solares y otros componentes sean duraderos y que el mantenimiento sea manejable dentro del contexto operativo de la empresa.

En resumen, la zona mostrada en la imagen presenta una infraestructura existente adecuada, amplio espacio disponible y características geográficas que favorecen la instalación de un sistema solar fotovoltaico. La evaluación de la factibilidad técnica y operativa debe

considerar estos factores junto con los desafíos específicos asociados a la ubicación costera para asegurar un proyecto exitoso y sostenible.

2.4. Impacto ambiental y sostenibilidad

La energía solar fotovoltaica se ha convertido en una de las tecnologías más importantes para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esta tecnología genera electricidad sin la necesidad de combustibles fósiles, los cuales son la principal fuente de dióxido de carbono (CO₂) y otros contaminantes atmosféricos.

2.4.1. Reducción de emisiones de CO₂

La generación de electricidad a partir de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, libera grandes cantidades de CO₂, que es el principal GEI responsable del cambio climático. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), el sector energético es responsable de aproximadamente el 42% de las emisiones globales de CO₂ (IEA, 2021). La energía solar fotovoltaica, al no quemar combustibles fósiles, prácticamente no emite CO₂ durante su operación, contribuyendo significativamente a la reducción de la huella de carbono.

2.4.2. Beneficios ambientales

Además de la reducción de CO₂, la energía solar fotovoltaica también ayuda a disminuir otros contaminantes atmosféricos nocivos, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los óxidos de azufre (SO_x), que son comunes en la combustión de combustibles fósiles y contribuyen a la formación de smog y lluvia ácida (EPA, 2020).

La disminución de estos contaminantes mejora la calidad del aire y tiene beneficios directos para la salud pública, reduciendo la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

2.4.3. Sostenibilidad y energía renovable

La sostenibilidad de la energía solar fotovoltaica se basa en el hecho de que utiliza una fuente de energía inagotable: la luz solar. A diferencia de los combustibles fósiles, que son recursos finitos y contribuyen al agotamiento de los recursos naturales, la energía solar es abundante y disponible en la mayoría de las regiones del mundo. Según el Informe Mundial de Energía Renovable de 2020, la capacidad solar instalada globalmente ha crecido a un ritmo del

25% anual en la última década, reflejando su papel central en la transición hacia sistemas energéticos sostenibles (IRENA, 2020).

2.4.4. Eficiencia y tecnologías avanzadas

La eficiencia de los paneles solares ha mejorado significativamente en los últimos años, lo que ha reducido los costos y aumentado la viabilidad económica de los proyectos solares. Tecnologías avanzadas como los paneles de silicio monocristalino y los sistemas de seguimiento solar han aumentado la eficiencia de conversión de la energía solar en electricidad, lo que permite generar más electricidad con menos paneles y reducir el impacto ambiental de la instalación de grandes parques solares (Fraunhofer ISE, 2021).

2.5. Huella de carbono

La evaluación de la huella de carbono de la empresa implica calcular la cantidad de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero producidos por sus actividades. La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica puede reducir significativamente esta huella de carbono.

2.5.1. Evaluación de la huella de carbono de la empresa

La evaluación de la huella de carbono de una empresa es un proceso crítico para entender y gestionar su impacto ambiental. Este proceso implica calcular la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) que son liberados a la atmósfera como resultado de las actividades de la empresa.

2.5.2. Cálculo de emisiones de CO₂

El cálculo de las emisiones de CO₂ se realiza mediante la identificación y cuantificación de todas las fuentes de emisión dentro de la operación de la empresa. Esto incluye, pero no se limita a:

- Consumo de electricidad y combustibles fósiles.
- Procesos industriales.
- Transporte de mercancías y empleados.
- Manejo de residuos.

Para cada fuente, se utiliza un factor de emisión específico que convierte la cantidad de energía consumida o material utilizado en una cantidad equivalente de CO₂ emitido. Estos factores de emisión son generalmente proporcionados por organismos como el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) y agencias ambientales locales (IPCC, 2006).

2.5.3. Otros gases de efecto invernadero

Además del CO₂, es importante considerar otros GEI como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), que, aunque presentes en menores cantidades, tienen un potencial de calentamiento global mucho mayor. Estos gases se pueden emitir durante actividades como la gestión de residuos orgánicos y ciertos procesos industriales y agrícolas.

2.5.4. Reducción de la huella de carbono con energía solar fotovoltaica

La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica puede reducir significativamente la huella de carbono de una empresa. Al generar electricidad a partir de la luz solar, se elimina la necesidad de consumir electricidad proveniente de la quema de combustibles fósiles, que es la principal fuente de emisiones de CO₂ en muchas empresas.

2.5.5. Generación de electricidad limpia

La energía solar fotovoltaica produce electricidad sin emitir GEI durante su operación. Cada kilovatio-hora (kWh) generado por paneles solares evita la emisión de una cantidad correspondiente de CO₂ que se habría producido utilizando combustibles fósiles (Goswami, 2015).

2.5.6. Reducción de costos energéticos

A largo plazo, la energía solar puede reducir los costos energéticos de la empresa, lo que también puede contribuir a una menor dependencia de fuentes de energía no renovables y una reducción adicional de la huella de carbono (IRENA, 2020).

2.5.7. Beneficios ambientales y sociales

La adopción de energía solar no solo contribuye a la reducción de GEI, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y puede mejorar la reputación de la empresa ante sus

stakeholders y el público general, lo que puede tener beneficios económicos y sociales (EPA, 2020).

2.6. Beneficios ambientales y sociales de la energía solar fotovoltaica

Además de la reducción de emisiones, la energía solar fotovoltaica ofrece otros beneficios ambientales y sociales, como la conservación de recursos naturales, la creación de empleo local en la industria solar y el fomento de la responsabilidad social corporativa.

La energía solar fotovoltaica no solo contribuye significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también ofrece una amplia gama de beneficios ambientales y sociales que son cruciales para el desarrollo sostenible y la responsabilidad social corporativa.

2.6.1. Conservación de recursos naturales

La generación de electricidad a partir de la energía solar reduce la necesidad de consumir combustibles fósiles, que son recursos finitos y contribuyen a la degradación ambiental. La energía solar es una fuente de energía inagotable y renovable que ayuda a conservar recursos naturales como el carbón, el petróleo y el gas natural. Además, la utilización de energía solar disminuye la dependencia de las fuentes de agua, que son necesarias para el enfriamiento en las plantas de energía térmica convencionales (IRENA, 2018).

2.6.2. Creación de empleo local

La industria solar fotovoltaica es una fuente significativa de empleo en diversas etapas de su cadena de valor, incluyendo la fabricación de paneles solares, la instalación, el mantenimiento y la operación de sistemas solares. La International Renewable Energy Agency (IRENA) reporta que en 2020, el sector solar fotovoltaico empleó a más de 3.8 millones de personas a nivel mundial (IRENA, 2020). Este crecimiento en el empleo local no solo impulsa las economías regionales, sino que también mejora la calidad de vida de las comunidades al proporcionar empleos sostenibles y bien remunerados.

2.6.3. Fomento de la responsabilidad social corporativa

La adopción de energía solar por parte de las empresas puede ser un componente central de su estrategia de responsabilidad social corporativa (RSC). Al invertir en tecnologías de

energía limpia, las empresas pueden demostrar su compromiso con la sostenibilidad ambiental y la reducción de su huella de carbono. Este compromiso no solo mejora la reputación de la empresa ante consumidores y stakeholders, sino que también puede conducir a beneficios económicos a través de incentivos gubernamentales y la reducción de costos operativos a largo plazo (Harvard Business Review, 2020).

2.6.4. Beneficios para la salud pública

La reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos como el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y las partículas finas (PM_{2.5}) mediante el uso de energía solar tiene un impacto positivo en la salud pública. Estos contaminantes están asociados con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Estudios han demostrado que la mejora en la calidad del aire derivada de la reducción de estas emisiones puede reducir la mortalidad y morbilidad relacionadas con la contaminación del aire (World Health Organization, 2018).

2.6.5. Impacto positivo en la biodiversidad

A diferencia de otras formas de generación de energía que pueden tener un impacto negativo significativo en los ecosistemas locales (como la minería de carbón o la construcción de represas hidroeléctricas), los sistemas solares fotovoltaicos tienen un impacto mucho menor en la biodiversidad. Con una planificación adecuada, los parques solares pueden coexistir con la agricultura y la conservación de hábitats, promoviendo una relación armónica entre la generación de energía y la preservación del medio ambiente (Nature Communications, 2019).

2.7. Normativas y regulaciones ambientales

Es importante evaluar el cumplimiento de normativas y regulaciones ambientales para garantizar que la implementación del sistema de energía solar fotovoltaica cumpla con los estándares legales y las políticas de sostenibilidad vigentes.

La evaluación del cumplimiento de normativas y regulaciones ambientales es crucial para asegurar que la implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica se realice conforme a los estándares legales y las políticas de sostenibilidad vigentes. Este cumplimiento no solo garantiza la viabilidad legal del proyecto, sino que también asegura que los beneficios ambientales y sociales se maximicen, minimizando cualquier impacto negativo potencial.

2.7.1. Normativas internacionales

Directiva de Energías Renovables de la Unión Europea (RED II): La Directiva (EU) 2018/2001 establece objetivos y marcos para la promoción del uso de energía procedente de fuentes renovables en la Unión Europea. Incluye requisitos sobre el diseño, construcción y operación de instalaciones de energía renovable para asegurar que cumplen con estándares ambientales rigurosos y promueven la sostenibilidad (European Commission, 2018).

Convenio de Minamata sobre el Mercurio: Este convenio internacional tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio. En el contexto de la energía solar, este convenio puede influir en la fabricación y eliminación de componentes fotovoltaicos, asegurando que no se utilicen materiales peligrosos en su producción (UNEP, 2017).

Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París: Ambos acuerdos internacionales, aunque centrados principalmente en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, también impulsan la adopción de energías renovables como la solar. Los países firmantes se comprometen a implementar políticas y medidas que favorezcan el uso de tecnologías limpias y sostenibles (UNFCCC, 2015).

ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental La norma ISO 14001 proporciona un marco que una organización puede seguir para establecer un sistema de gestión ambiental eficaz. Es parte de la familia de normas ISO 14000 y ayuda a las empresas a mejorar su desempeño ambiental mediante el uso más eficiente de los recursos y la reducción de residuos, asegurando el cumplimiento con las regulaciones ambientales. Implementar ISO 14001 puede ayudar a las empresas de energía solar a estructurar su gestión ambiental de manera sistemática y sostenible (ISO, 2015).

Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación Este convenio tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos de los desechos peligrosos. Para la industria solar, esto es relevante en la gestión y eliminación de paneles solares al final de su vida útil, que pueden contener materiales peligrosos como el cadmio o el plomo en los paneles de película delgada (UNEP, 1989).

2.7.2. Normativas nacionales

Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) Esta ley establece el marco legal para la protección del ambiente en Perú. Incluye principios y directrices para la gestión ambiental sostenible y establece las responsabilidades de los diferentes actores en la conservación del ambiente. La ley es fundamental para asegurar que los proyectos de energía solar se desarrollen en armonía con los objetivos ambientales nacionales (Congreso de la República del Perú, 2005).

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) El RNE establece las normas técnicas y requisitos para la construcción en Perú, incluyendo los aspectos relacionados con la eficiencia energética y el uso de energías renovables en edificios. Para proyectos solares, esto puede incluir especificaciones sobre la instalación de paneles solares en techos y la integración de sistemas solares en nuevas construcciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015).

Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables (Ley N° 1002): Esta ley establece incentivos para la inversión en proyectos de energías renovables en Perú, incluyendo la energía solar. Proporciona beneficios fiscales y procedimientos simplificados para el desarrollo de estos proyectos (Congreso de la República del Perú, 2008).

Reglamento de la Ley General del Ambiente (Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM): Este reglamento establece los procedimientos y requisitos para asegurar que las actividades de energía renovable, incluyendo los proyectos solares, cumplan con las normativas ambientales peruanas. Incluye la necesidad de estudios de impacto ambiental y la implementación de medidas de mitigación (MINAM, 2009).

Plan Nacional de Electrificación Rural: Este plan promueve la electrificación de áreas rurales mediante el uso de energías renovables, incluyendo la solar, como una forma de asegurar el acceso sostenible a la electricidad en comunidades aisladas (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2016).

2.7.3. Análisis de la Normativa Ambiental

El cumplimiento de normativas y regulaciones ambientales en la implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica es un aspecto fundamental que abarca desde el diseño y construcción hasta la operación y desmantelamiento de los sistemas solares. A nivel internacional, la adhesión a marcos como el Acuerdo de París y la Directiva de Energías

Renovables de la UE asegura que los proyectos solares contribuyan significativamente a los objetivos de reducción de emisiones y sostenibilidad globales.

A nivel nacional, las normativas específicas, como la Ley de Promoción de la Inversión en Energías Renovables en Perú, proporcionan un marco legal y financiero que incentiva el desarrollo de proyectos solares. Estas leyes y regulaciones no solo facilitan la adopción de tecnologías solares, sino que también aseguran que los proyectos se desarrollen de manera que minimicen los impactos ambientales negativos.

Es crucial que los desarrolladores de proyectos solares realicen estudios de impacto ambiental exhaustivos para identificar y mitigar cualquier posible impacto negativo. Esto incluye la evaluación de efectos sobre la biodiversidad local, el uso del suelo, y la calidad del aire y el agua. Las normativas, como el Reglamento de la Ley General del Ambiente en Perú, requieren que estos estudios se realicen y se presenten para obtener las aprobaciones necesarias antes de comenzar la construcción.

Además, el cumplimiento de estas normativas puede proporcionar beneficios económicos adicionales a través de incentivos y subsidios. Por ejemplo, en Perú, la Ley N° 1002 ofrece beneficios fiscales a los desarrolladores de proyectos solares, lo que puede reducir significativamente los costos iniciales y mejorar la rentabilidad del proyecto.

En resumen, el cumplimiento de normativas y regulaciones ambientales es esencial para la implementación exitosa de sistemas de energía solar fotovoltaica. Garantiza que los proyectos no solo sean legales y sostenibles, sino que también maximicen los beneficios ambientales y sociales mientras minimizan los impactos negativos. La adhesión a estos marcos reguladores es una responsabilidad compartida entre los desarrolladores de proyectos, las autoridades gubernamentales y la comunidad en general.

El cumplimiento de normativas ambientales es esencial no solo para evitar sanciones legales y económicas, sino también para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos de energía solar. A continuación, se discuten algunos puntos clave:

- **Prevención de impactos ambientales negativos:** La implementación de sistemas de energía solar, como cualquier otro proyecto de infraestructura, puede tener impactos ambientales. Estos pueden incluir cambios en el uso del suelo, efectos sobre la biodiversidad local, y el manejo de residuos peligrosos al final de la vida útil de los

paneles solares. Las normativas ambientales aseguran que se tomen medidas adecuadas para prevenir o mitigar estos impactos (EPA, 2020).

- **Aseguramiento de beneficios sociales y económicos:** Cumplir con las regulaciones ambientales puede desbloquear beneficios adicionales, como acceso a incentivos fiscales y subsidios, mejoras en la reputación corporativa, y el fortalecimiento de la confianza con las comunidades locales. Por ejemplo, la Ley N.º 1002 en Perú proporciona incentivos fiscales para proyectos de energías renovables, lo que puede reducir los costos de inversión y aumentar la rentabilidad del proyecto (Congreso de la República del Perú, 2008).
- **Promoción de la innovación y mejora continua:** Las normativas ambientales pueden impulsar la innovación tecnológica y la mejora continua. Las empresas que se esfuerzan por cumplir con estos estándares a menudo desarrollan tecnologías más limpias y eficientes, lo que les permite mantenerse competitivas en un mercado global que valora cada vez más la sostenibilidad (Harvard Business Review, 2020).
- **Contribución a los objetivos nacionales e internacionales de sostenibilidad:** Cumplir con las normativas y regulaciones ambientales contribuye directamente a los objetivos de sostenibilidad tanto nacionales como internacionales. Esto incluye compromisos bajo acuerdos como el Acuerdo de París, que busca limitar el calentamiento global a menos de 2 grados Celsius por encima de los niveles preindustriales (UNFCCC, 2015).

2.8. Antecedentes de investigación

La investigación realizada por Vourdoubas (2019) analizó las posibilidades de utilizar sistemas híbridos solares fotovoltaicos/térmicos, junto con otras tecnologías de energía solar, en hoteles situados en la región mediterránea. El autor plantea que la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes renovables constituye una medida necesaria para mitigar los efectos del cambio climático, en especial en sectores con alto consumo energético como el hotelero. Señala que la región mediterránea es un destino turístico muy concurrido, particularmente en la temporada de verano, momento en el cual la mayoría de los hoteles se encuentran operativos y la irradiancia solar alcanza niveles altos. En ese contexto, enfatiza la importancia de emplear fuentes de energía benignas como la solar para satisfacer parcial o totalmente la demanda energética de los establecimientos hoteleros que funcionan durante esta época. El estudio revisa diversas tecnologías solares disponibles para la generación de

electricidad, calor y refrigeración, mencionando que algunas de ellas ya se encuentran en una etapa madura, siendo confiables, rentables y aplicadas actualmente; mientras que otras, aunque prometedoras, aún no están plenamente desarrolladas y requieren mejoras técnicas y apoyo financiero para su implementación a gran escala. Dentro del análisis técnico, Vourdoubas examinó el uso de tecnología fotovoltaica para la generación de electricidad, sistemas solares térmicos para la producción de agua caliente sanitaria y tecnologías de refrigeración solar térmica para el acondicionamiento del aire. Además, se exploró el uso de sistemas híbridos solares fotovoltaicos/térmicos como alternativa para la cogeneración simultánea de calor y electricidad, concluyendo que estos ofrecen un aprovechamiento energético más integral y eficiente, especialmente en contextos climáticos como el mediterráneo.

De acuerdo con Kobeyev et al. (2021) se abordó el diseño y análisis del rendimiento energético de un edificio hotelero en un clima cálido y seco, considerando la urgencia de implementar construcciones energéticamente eficientes y sostenibles en un contexto de cambio climático y escasez energética. El objetivo principal fue diseñar un edificio hotelero adecuado a estas condiciones climáticas y analizar su comportamiento energético utilizando herramientas de simulación como OpenStudio y EnergyPlus, siguiendo el estándar ASHRAE 90.1. A través de un análisis paramétrico, se evaluaron diversos aspectos de la envolvente del edificio, como el espesor y la conductividad térmica del aislamiento en muros y techos, la tasa de infiltración de aire, el factor U de las ventanas, la resistencia térmica del espacio de aire en paredes interiores (valor R), la relación ventana-pared y la orientación del edificio, con el fin de determinar su impacto en el consumo energético global. Se concluyó que muchos de los parámetros iniciales propuestos por el estándar ASHRAE ya resultaban eficientes para el entorno climático analizado, aunque se realizaron ajustes adicionales para optimizar aún más el rendimiento energético del diseño. Además, se incorporaron al modelo tecnologías sostenibles como ventanas termocrómicas, materiales de cambio de fase (PCM) y paneles solares, y se evaluó su potencial de reducción del consumo energético mediante simulaciones. Los resultados indicaron una reducción total del consumo energético de 2417 GJ a 1593 GJ, es decir, una disminución de 824 GJ o un 34 %. El análisis económico determinó que las ventanas termocrómicas y los paneles solares presentaban periodos de recuperación cortos y alta rentabilidad, mientras que el uso de materiales PCM no resultó económicamente viable. Estos hallazgos permiten establecer un marco técnico para el diseño de edificios hoteleros sostenibles y energéticamente eficientes en climas subtropicales, y el enfoque metodológico utilizado podría adaptarse a edificaciones en otros contextos climáticos.

En el estudio realizado por Vourdoubas (2019) se evaluó la posibilidad de utilizar energía solar para la creación de hoteles neutros en carbono en países mediterráneos, destacando que la mitigación del cambio climático requiere un aumento significativo del uso de fuentes de energía renovables en reemplazo de los combustibles fósiles en todos los sectores. Se resalta que los edificios hoteleros presentan un alto consumo energético, principalmente eléctrico, y que, a pesar de ello, el uso de energías renovables en este sector aún es limitado. Dada la abundancia de radiación solar en la cuenca mediterránea, el autor analiza cómo esta fuente energética ya se está utilizando ampliamente tanto para la generación de calor como de electricidad en distintas aplicaciones. El estudio plantea que varias tecnologías solares son maduras, confiables y rentables, y que la combinación de energía solar térmica y energía fotovoltaica, junto con bombas de calor de alta eficiencia, puede cubrir la totalidad de las demandas energéticas de hoteles de verano en la región mediterránea, incluyendo el agua caliente sanitaria, la refrigeración de espacios y el suministro eléctrico. Como caso específico, se menciona un hotel de verano ubicado en Creta (Grecia), con una superficie construida de 3000 m² y un consumo energético anual específico de 150 kWh/m². El costo de inversión de los sistemas de energía sostenible requeridos —incluyendo colectores solares térmicos de placa plana, módulos fotovoltaicos de silicio cristalino y bombas de calor eficientes— se estimó en 95,7 €/m². Además, el ahorro anual en emisiones de dióxido de carbono gracias al uso de estas tecnologías se calculó en 68 kgCO₂/m². El estudio concluye que el empleo de tecnologías de energía solar en hoteles de verano de la región mediterránea es una solución técnica, económica y ambientalmente viable para alcanzar la neutralidad en carbono.

Un enfoque propuesto por Odoi-Yorke et al. (2023) evaluó los aspectos técnicos, financieros y de emisiones asociados a la implementación de sistemas solares de calentamiento de agua (SWH) en hoteles situados en Ghana, país que presenta un alto potencial para el despliegue de tecnologías de energía solar, con niveles de irradiación que varían entre 4 y 6,5 kWh/m²/día. A pesar de este potencial, el uso intensivo de combustibles fósiles para la generación de electricidad y calor sigue siendo predominante en dicho país. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de instalar sistemas SWH en hoteles, utilizando para ello el software RETScreen para realizar simulaciones y análisis detallados en cinco ciudades ghanesas: Accra, Cape Coast, Kumasi, Tamale y Wa. Los resultados obtenidos indicaron que los sistemas SWH son factibles en todos los escenarios analizados, mostrando fracciones solares que van desde el 61.2 % en Kumasi hasta el 78.5 % en Wa. Además, la evaluación financiera arrojó valores presentes netos positivos en todas las

ciudades, lo que respalda la viabilidad económica de estos sistemas y demuestra su atractivo para los inversionistas. Los periodos de recuperación fueron razonables, lo que refuerza la rentabilidad del sistema, especialmente cuando se toma en cuenta la amortización del capital inicial. Desde el punto de vista ambiental, la instalación de sistemas SWH en las ciudades seleccionadas permitiría evitar aproximadamente 58.7 toneladas de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) al año. Los hallazgos permiten concluir que los hoteles en Ghana pueden lograr ahorros significativos a largo plazo en sus costos de electricidad, reducir su dependencia de combustibles fósiles y avanzar en sus metas de sostenibilidad. Este análisis resulta crucial para que los propietarios hoteleros tomen decisiones fundamentadas sobre la adopción de sistemas solares de calentamiento de agua.

Mendes et al. (2023) se enfocó en la detección de anomalías en el consumo energético de unidades hoteleras, mediante la comparación entre algoritmos de aprendizaje automático y profundo, específicamente el bosque de aislamiento (Isolation Forest, IF) y el autocodificador variacional (Variational Autoencoder, VAE). Dado que los edificios son responsables de un alto porcentaje del consumo energético global, mejorar su eficiencia resulta crucial no solo para reducir los costos operativos de las empresas que los gestionan, sino también para mitigar el impacto ambiental a nivel global. Una estrategia efectiva para lograrlo es el monitoreo constante del consumo energético, con capacidad de respuesta inmediata ante niveles injustificados. El estudio plantea que actualmente pueden emplearse redes de sensores que permiten monitorear múltiples variables en tiempo real, como consumo eléctrico, temperatura ambiente y radiación solar, entre otras. Sin embargo, dado que el consumo energético se ve fuertemente influenciado por la ocupación y variables ambientales, identificar patrones anómalos en dicho consumo constituye un reto técnico. Para afrontar este desafío, los autores implementaron un sistema inteligente de detección temprana de secuencias anómalas en series temporales de consumo aplicadas a diferentes unidades hoteleras. El desarrollo del sistema incluyó múltiples módulos: una fase de Análisis Exploratorio de Datos (EDA) sobre los registros de electricidad, agua y gas recopilados durante varios años; un módulo de corrección de datos para tratar pérdidas de transmisión y valores erróneos detectados durante el EDA; y un estudio comparativo entre los algoritmos IF (Machine Learning) y VAE (Deep Learning), evaluando su rendimiento bajo una métrica específica para detección no supervisada de anomalías en series temporales. Los resultados del análisis comparativo demostraron que el algoritmo IF presenta ventajas significativas: es fácilmente adaptable a distintos tipos de datos y combinaciones de características, requiere menor capacidad computacional, es más tolerante a datos faltantes y no

necesita un extenso historial de datos. Esto lo convierte en una solución eficiente y práctica para implementar sistemas de monitoreo energético sin elevados requisitos técnicos. Finalmente, los autores propusieron una arquitectura funcional para la plataforma integrada, la cual permite una detección continua y emite alertas oportunas a los administradores de hoteles sobre posibles anomalías, facilitando así la toma de decisiones correctivas y preventivas en tiempo real.

De acuerdo con Alhuwayil et al. (2023) analizó el rendimiento energético del sombreado pasivo y del aislamiento térmico en edificios hoteleros de varios pisos, considerando distintos climas exteriores y ubicaciones geográficas dentro del hemisferio norte. Aunque las estrategias de envolventes energéticamente eficientes han sido ampliamente estudiadas, los autores destacan que existe una falta de atención en la incorporación de estrategias pasivas apropiadas desde la fase de diseño, tomando en cuenta el clima específico y la localización del edificio. Para el estudio, se modeló un edificio de hotel y se realizaron simulaciones utilizando el software DesignBuilder (versión 4.5.0.148). Las ciudades fueron seleccionadas de acuerdo con distintos climas: cálido, moderadamente caliente, caliente y muy caliente, pero con ubicaciones geográficas variadas, siguiendo la clasificación de Köppen. La estrategia de sombreado pasivo consistió en una combinación de dispositivos de sombreado solar y autosombrado del edificio. Como alternativa, se analizó el uso de aislamiento y acristalamiento de alto rendimiento sin protección solar. Los resultados revelaron que tanto el clima como la ubicación influyen significativamente en el potencial de ahorro energético de cada estrategia. A través de un análisis de sensibilidad, se identificaron factores clave como los grados día de enfriamiento por encima del punto de ajuste (CDD), la proporción entre demanda de enfriamiento y calefacción, la irradiancia horizontal global y la efectividad del sombreado solar. Por ejemplo, las ciudades de Khamis Mushait y Atenas presentan climas cálidos, pero se ubican en diferentes regiones geográficas, lo que genera una variación notable en sus demandas de refrigeración: 98 % en Khamis Mushait y 52 % en Atenas con respecto al consumo total de energía del edificio. Como resultado, el potencial de ahorro energético mediante sombreado pasivo fue máximo en Khamis Mushait (65.2 %) y mínimo en Atenas (13.1 %). En contraste, el ahorro energético debido al uso de aislamiento de alto rendimiento varió entre -11.6 % en Khamis Mushait y un máximo de 8.5 % en Atenas, lo cual se correlaciona con sus respectivas demandas de calefacción: 2 % y 48 %.

El estudio desarrollado por Rullan y Alorda (2020) analizó la implementación de almacenamiento térmico inteligente en hoteles de las Islas Baleares alimentados con energía solar, considerando el contexto de estas islas como un ejemplo representativo de destinos

turísticos insulares. Con más de 2500 establecimientos hoteleros y turísticos, y alrededor de medio millón de camas disponibles, se registra un incremento poblacional de aproximadamente el 50 % durante la temporada alta, lo cual genera un alto consumo energético, especialmente en horas donde la producción de energía renovable es baja. Se identificó que los hoteles consumen el 15 % de la energía total de las Islas Baleares, por lo que el estudio se centró en el análisis de datos de 27 hoteles con el propósito de evaluar sus niveles de consumo energético y sostenibilidad, en el marco de escenarios futuros de cero emisiones mediante el uso de energía solar. Los autores examinaron específicamente la demanda eléctrica, principalmente atribuida a los sistemas HVAC, con el objetivo de establecer un modelo matemático capaz de predecir el consumo energético y sincronizarlo lo más posible con la producción solar. Se argumenta que los edificios inteligentes pueden promover la eficiencia energética y contribuir activamente a la reducción de emisiones de CO₂ en la atmósfera. El estudio plantea que los hoteles podrían optimizar en tiempo real diversos aspectos como la iluminación, la ventilación y la velocidad de enfriamiento, respondiendo dinámicamente a las demandas operativas. Asimismo, se destaca la importancia de soluciones integradas de monitoreo y detección, complementadas con estrategias de control simples pero eficientes, como los sistemas de almacenamiento térmico inteligente, para consolidar un modelo de construcción sostenible y avanzada.

Según el análisis presentado por Belmar et al. (2022) abordó la modelización de comunidades de energía renovable, con el objetivo de evaluar el impacto de diferentes configuraciones, tecnologías y tipos de participantes en su rendimiento económico y ambiental. Las comunidades energéticas (CE) han emergido como una alternativa clave para que los gobiernos puedan mitigar el cambio climático y avanzar en sus metas de descarbonización. Al mismo tiempo, estas comunidades promueven la participación activa de los usuarios finales en la cadena de valor de la energía, permitiéndoles reducir su dependencia de la red eléctrica convencional mediante la generación, el intercambio y/o el comercio de energía renovable local, como la energía solar. El estudio señala que los resultados económicos y ambientales de estas comunidades dependen de varios factores, entre ellos: las características tecnológicas (presencia de sistemas de generación renovable, dispositivos flexibles o almacenamiento energético), los tipos de participantes (consumidores y prosumidores con diferentes niveles de consumo eléctrico) y los esquemas de intercambio o comercio de energía. Para analizar estos aspectos, los autores modelaron diversas tipologías de comunidades energéticas en Lisboa (Portugal), considerando perfiles heterogéneos de consumo, distintos grados de disposición a participar, y múltiples escenarios tecnológicos que incluyen la instalación de paneles solares, baterías y

vehículos eléctricos, así como modalidades de gestión como autoconsumo colectivo versus comercio entre pares. Los resultados del estudio demostraron que los ahorros en los costos eléctricos comunitarios pueden alcanzar hasta un 42 %, aunque la tasa de autosuficiencia general se mantuvo baja (12.5 %) debido a la participación de sectores con alta demanda energética como la industria y el comercio minorista. A nivel individual, los consumidores residenciales pueden lograr hasta un 48 % de ahorro en costos eléctricos, mientras que los prosumidores alcanzan hasta un 53 %. En el caso de los sectores de mayor demanda, los porcentajes de ahorro fueron menores: 43 % para hoteles, 44 % para minoristas, 13 % para la industria y 5 % para el sector universitario. Respecto a la autosuficiencia individual, los valores más altos se registraron en prosumidores residenciales: 35 % con sistemas fotovoltaicos, 28 % con sistemas FV + vehículos eléctricos y hasta 54 % al combinar FV + baterías. En contraste, los niveles de autosuficiencia descendieron a 26 % en industria y a solo 6 % en comercio minorista. El estudio concluye que los sistemas fotovoltaicos individuales no bastan para garantizar el éxito de las comunidades energéticas, por lo que deben considerarse tamaños fotovoltaicos mayores y una mayor tasa de adopción tecnológica, en función de la participación activa de consumidores y prosumidores. Además, la participación en el comercio de excedentes solares, combinada con tarifas de agregación competitivas, permite obtener beneficios económicos y ambientales significativos tanto para usuarios individuales como para toda la comunidad energética.

Rahimi et al. (2023) presentó un análisis tecno-económico sobre el uso de energías híbridas —eólica y solar— en cinco grandes ciudades de Australia, proponiendo un modelo óptimo de sistema integrado de energía renovable para satisfacer la demanda eléctrica. La investigación parte del reconocimiento de que la producción de energía híbrida a partir de recursos naturales como el viento y el sol representa una alternativa ambientalmente responsable para la generación de energía. En este contexto, se identifica que Australia, como país desarrollado, posee un alto potencial para el aprovechamiento de fuentes renovables. La motivación principal del estudio radica en la ausencia de investigaciones exhaustivas orientadas al análisis económico de los sistemas híbridos en el territorio australiano. El trabajo propuso un modelo integral que fue aplicado a cinco ciudades representativas del país: Perth, Adelaida, Melbourne, Sídney y Brisbane. Para cada una de estas localidades, se analizaron diez tipos de edificaciones con distintas demandas energéticas: hospital, hotel, oficina, centro comercial, clínica, comercio, apartamento, supermercado, escuela y almacén. Estas edificaciones fueron evaluadas en función de las diferentes zonas climáticas que caracterizan a cada ciudad. Los

resultados obtenidos revelaron que existen múltiples escenarios viables para la implementación de sistemas híbridos, dependiendo de la localización y el tipo de edificación considerada. Además, el estudio identificó configuraciones óptimas para cada caso de estudio, determinando también los costos asociados y las emisiones de carbono correspondientes. Estos hallazgos permiten establecer parámetros guía para el diseño eficiente de sistemas energéticos basados en renovables, con costos minimizados, aplicables no solo a las ciudades evaluadas sino también a otras urbes con características similares en cuanto a población y condiciones climáticas.

El trabajo desarrollado por Moreno y Llanes (2022) consistió en una evaluación de prefactibilidad para la instalación de un hotel ecológico de cuatro estrellas en el departamento de San Martín, específicamente en la ciudad de Tarapoto. El proyecto se caracteriza por incorporar tecnologías sostenibles, como una planta de tratamiento de aguas residuales mediante ozonización y un sistema de paneles solares que aprovechará la energía solar para cubrir parte de la demanda eléctrica del establecimiento. La evaluación se planteó para un periodo de análisis de cinco años y está orientada a un segmento turístico compuesto por personas mayores de 18 años que buscan experiencias vinculadas con la naturaleza y el cuidado del medio ambiente. A partir del análisis de data histórica y la aplicación de encuestas a potenciales visitantes de la región, se estimó una demanda proyectada de 9,861 pernотaciones en el último año del horizonte evaluado, lo cual equivaldría a 28 habitaciones ocupadas. Sin embargo, por tratarse de un hotel de categoría cuatro estrellas, se consideró la construcción de 30 habitaciones. El estudio de localización permitió identificar a Tarapoto como el sitio óptimo para la ejecución del proyecto. Asimismo, se determinó que la planta de tratamiento permitirá ahorrar el 30 % del consumo de agua potable y que el sistema fotovoltaico cubrirá aproximadamente el 50 % del consumo eléctrico del hotel. La inversión total requerida para la ejecución del proyecto, incluyendo activos fijos y capital de trabajo, asciende a S/ 1,299,466.61, de los cuales el 30 % será financiado y el 70 % restante aportado por los accionistas. Los resultados del análisis económico-financiero arrojaron un Valor Actual Neto (VAN) económico de S/ 47,059.27 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) económica del 16.67 %, mientras que el VAN y TIR financieros alcanzaron los S/ 136,633.35 y 19.42 % respectivamente, siendo ambos mayores al Costo de Oportunidad del Capital (COK), que fue de 15.68 %. El periodo estimado de recuperación de la inversión fue de 4 años y 9 meses. Finalmente, la evaluación social determinó una densidad de capital de S/ 61,044.8 y una intensidad de capital de S/ 0.26 por cada sol invertido.

Una propuesta técnica relevante fue presentada por Torrel (2023), quien desarrolló el diseño de un sistema de calefacción por suelo radiante para una vivienda rural ubicada en el

Caserío Sexemayo Lote 1, en Cajamarca. El sistema consiste en una red de tuberías de polietileno reticulado (PEX) embebidas en el pavimento, por donde circula agua caliente sanitaria obtenida a partir de energía solar. Esta tecnología permite elevar la temperatura del suelo y, por consecuencia, de los ambientes interiores. Su implementación busca mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales, mitigando los efectos del frío y las bajas temperaturas características de la zona. La modelación térmica del sistema se realizó utilizando el software Revit y se comparó con los resultados obtenidos mediante el cálculo basado en la Norma Peruana EM.110. A nivel de impacto, el estudio incluye evaluaciones económicas, ambientales y sociales que sustentan su viabilidad. El autor señala que, si bien el uso de energía solar térmica para el calentamiento de agua no está ampliamente generalizado en todo el Perú, sí presenta una alta aceptación en regiones como Tacna, Puno, Cusco, Arequipa, Huánuco, Ayacucho y algunas ciudades del norte. Además, el país dispone de niveles de radiación solar favorables: un promedio de 4 a 5 kWh/m²·día en la costa y selva, y entre 5 a 6 kWh/m²·día en la sierra. El estudio también analiza la sustitución de termos eléctricos alimentados con GLP por un sistema solar térmico en un hotel, justificando esta decisión en función del elevado consumo energético del equipamiento existente (tres unidades de 80 litros cada una). Tras dos años de operación, el sistema convencional mostró un consumo anual de aproximadamente 1672 kg de GLP, equivalente a un gasto de S/ 5,351.14 y una emisión de 4949.80 kg de CO₂. Al proyectar esta reducción durante una vida útil estimada de 20 años para los colectores solares, se obtendría una mitigación total de 98,996 kg de CO₂. El sistema diseñado considera 18 colectores solares con un área de captación de 2.5 m² cada uno, organizados en tres ramas paralelas, cada una con seis colectores en serie, instalados en la azotea del hotel. La evaluación económica arrojó un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 5,525.41 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 19 %, lo que confirma la rentabilidad del proyecto. El autor concluye que este tipo de soluciones no solo son económicamente viables, sino también altamente beneficiosas desde el punto de vista ambiental, al tratarse de un recurso renovable, abundante y no contaminante.

Con miras a proponer soluciones energéticas sostenibles adaptadas a las condiciones climáticas del noreste de Brasil, de Lima et al. (2022) llevaron a cabo un estudio enfocado en la síntesis y optimización de un sistema energético híbrido basado en la integración de energía solar y biomasa, orientado a cubrir de manera eficiente las demandas energéticas de un hotel. Esta investigación se enmarca en el contexto global de transición energética, donde se buscan alternativas que reduzcan tanto los costos económicos como las emisiones ambientales en sectores de alta demanda, como el turístico. El sistema fue diseñado para satisfacer de forma

integral los requerimientos de electricidad, agua caliente sanitaria y refrigeración del establecimiento, aprovechando recursos locales y tecnologías maduras, bajo una estrategia de optimización basada en programación lineal entera mixta. Este enfoque matemático permitió determinar la configuración más eficiente del sistema dentro de un conjunto de restricciones técnicas, económicas y operativas. La solución energética integrada contempló el uso de equipos convencionales como respaldo en momentos de baja producción renovable, paneles solares fotovoltaicos para la generación de electricidad, colectores solares térmicos para la producción de agua caliente, y biomasa (bagazo de caña de azúcar y residuos agrícolas) como fuente primaria de energía térmica y eléctrica. La solución óptima identificada incluyó la instalación de 20 paneles fotovoltaicos, acompañados de un sistema de biomasa capaz de suplir completamente las necesidades energéticas del hotel, sin depender de la red eléctrica convencional. Esta configuración resultó no solo técnicamente viable, sino también altamente rentable, generando un ahorro económico anual estimado en R\$ 348,535, lo que representa una disminución del 70 % en los costos operativos en comparación con el sistema convencional previo. El estudio también incluyó un análisis de sensibilidad, evaluando el impacto de variaciones en factores externos como las tarifas de electricidad, el costo del gas natural y el tipo de biomasa utilizada. Se determinó que dichas variaciones no afectaron significativamente la viabilidad del sistema ni alteraron la configuración óptima, lo cual refuerza la robustez y adaptabilidad de la propuesta frente a distintos escenarios económicos. Si bien el estudio no presentó cifras exactas sobre las reducciones en emisiones de CO₂, los autores subrayan que la sustitución de combustibles fósiles por fuentes renovables —como la solar y la biomasa— aporta beneficios evidentes en la disminución de gases de efecto invernadero, contribuyendo directamente a los objetivos de sostenibilidad ambiental. Además de los resultados cuantitativos, el estudio resalta la importancia de considerar soluciones híbridas como una alternativa viable y replicable para otras instalaciones hoteleras ubicadas en regiones con características similares. Al combinar tecnologías solares con el uso eficiente de residuos agrícolas, se demuestra que es posible diseñar sistemas energéticos sostenibles que no solo minimicen costos, sino que también reduzcan la huella ambiental y aumenten la independencia energética de los establecimientos. Este enfoque integral refuerza el rol que pueden desempeñar los hoteles en la adopción de prácticas responsables frente a la crisis energética y climática actual.

Como parte de los esfuerzos globales por implementar soluciones energéticas sostenibles en zonas rurales, un estudio realizado en la aldea de Kajola, Nigeria, abordó la

viabilidad técnica y económica de un sistema híbrido compuesto por energía solar fotovoltaica y biomasa. El objetivo principal fue determinar la configuración óptima de este sistema integrado para satisfacer las necesidades energéticas de la comunidad de forma eficiente, rentable y ambientalmente responsable. El análisis fue desarrollado mediante herramientas de modelado y simulación, que permitieron evaluar múltiples configuraciones tecnológicas con base en criterios de sostenibilidad, autonomía energética y costo-efectividad. La metodología incluyó una recopilación exhaustiva de datos climáticos y energéticos, tanto sobre la disponibilidad de radiación solar como de biomasa local —principalmente residuos agrícolas y forestales—. Asimismo, se cuantificaron las necesidades energéticas actuales de la comunidad. Con esta información, se aplicaron técnicas de optimización que permitieron identificar la mejor combinación de tecnologías disponibles, considerando como restricciones clave los niveles de demanda diaria, el acceso a recursos, la eficiencia de conversión energética y la capacidad de almacenamiento. El sistema propuesto contempló cuatro componentes principales: paneles solares fotovoltaicos, responsables de la generación eléctrica durante el día; un sistema de biomasa, encargado de producir energía térmica y eléctrica en base a residuos locales, especialmente útil durante la noche y en días nublados; un sistema de almacenamiento mediante baterías, diseñado para almacenar el exceso de energía generada y garantizar un suministro continuo; y generadores de respaldo, que entran en operación solo en caso de emergencias o baja producción energética. Esta estructura permitió una cobertura casi total de la demanda energética diaria, reduciendo sustancialmente la dependencia de fuentes externas. Desde el punto de vista técnico, el sistema demostró una alta viabilidad operativa, con los paneles solares aportando la mayor parte de la energía durante el día, mientras que la biomasa ofrecía soporte energético en horarios nocturnos. En cuanto al análisis económico, los resultados mostraron que el sistema híbrido representa una solución más rentable frente a las opciones convencionales basadas en combustibles fósiles, no solo por su menor costo de operación a largo plazo, sino también por la estabilidad en la provisión energética, que evita interrupciones costosas. Además, se observó una disminución significativa en los gastos energéticos acumulados a lo largo del tiempo, lo que resulta especialmente relevante para comunidades de bajos recursos. En términos ambientales, la implementación del sistema solar-biomasa permitió reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero, al reemplazar el uso de diésel y otros combustibles fósiles. Asimismo, el aprovechamiento de residuos agrícolas como fuente energética contribuyó a una mejor gestión de estos materiales, reduciendo la quema a cielo abierto y fomentando prácticas circulares dentro de la comunidad. El estudio también incluyó un análisis de sensibilidad para evaluar cómo cambios en variables como los precios de la biomasa o las tarifas

eléctricas afectarían la viabilidad del sistema. Incluso bajo escenarios adversos, el sistema híbrido mantuvo su rentabilidad y sostenibilidad, evidenciando su robustez frente a fluctuaciones económicas o logísticas. Esta característica resulta clave para comunidades vulnerables o en proceso de desarrollo, donde los factores externos suelen ser más volátiles. En conclusión, el caso de Kajola demuestra que los sistemas híbridos de energía solar y biomasa constituyen una solución integral para afrontar los desafíos energéticos en comunidades rurales de Nigeria. Los beneficios abarcan desde la reducción de costos operativos, el fortalecimiento de la independencia energética, hasta la disminución del impacto ambiental y el fomento del desarrollo sostenible local. Este tipo de propuestas no solo atienden necesidades inmediatas, sino que abren el camino hacia una transición energética inclusiva en regiones con recursos limitados, pero con gran potencial renovable.

Como parte de una estrategia para reducir su impacto ambiental y optimizar su eficiencia energética, el Hotel Buchan Braes, ubicado en Boddam, Escocia, implementó en 2015 un sistema de calefacción basado en biomasa que actualmente cubre la totalidad de sus requerimientos de calefacción y agua caliente. Esta intervención fue desarrollada con el objetivo de sustituir fuentes de energía convencionales por soluciones renovables, específicamente el uso de pellets de madera como combustible para la generación térmica. El sistema fue diseñado e instalado por la empresa Absolute Solar and Wind, y constituye un caso emblemático dentro del sector hotelero del Reino Unido en materia de sostenibilidad operativa. El sistema consta de dos calderas Froling P4 de 99 kW cada una, instaladas en configuración en cascada, lo que permite una operación más eficiente y escalonada dependiendo de la demanda térmica del edificio. Para asegurar el suministro constante de combustible, se construyó un silo de almacenamiento con capacidad de 14 toneladas, el cual abastece de pellets de madera a las calderas. A su vez, se implementó una red de distribución de calor que cubre todas las zonas del hotel, garantizando el abastecimiento de agua caliente sanitaria y calefacción de manera uniforme y continua. Este sistema permitió una transición total a una fuente renovable de energía térmica sin comprometer la calidad del servicio. Desde la perspectiva ambiental, los resultados han sido notables. Se estima que el sistema de biomasa evitará la emisión de aproximadamente 1,722 toneladas de CO₂ durante los próximos 20 años, una cifra equivalente a 559 vuelos de Londres a Sídney, lo que posiciona al hotel como un referente en mitigación de huella de carbono dentro del sector turismo. En términos financieros, el proyecto presenta un retorno de inversión estimado en cuatro años, gracias tanto a los ahorros energéticos generados como a los incentivos estatales disponibles para instalaciones de energías renovables en el Reino

Unido. Este tipo de políticas ha resultado clave para facilitar la adopción de tecnologías sostenibles por parte de empresas privadas. Además de los beneficios ambientales y económicos, el sistema ha demostrado ser una fuente de energía confiable, con bajos niveles de mantenimiento y alta disponibilidad. Esto se traduce en mejoras operacionales sustanciales para el hotel, al reducir su dependencia de fuentes fósiles, estabilizar sus costos energéticos y aumentar su resiliencia ante posibles crisis energéticas o alzas tarifarias. Como parte del estudio, se realizó un análisis de sensibilidad que evaluó distintos escenarios relacionados con el precio de los pellets y las tarifas eléctricas, encontrando que, incluso bajo condiciones menos favorables, el sistema de biomasa mantenía su rentabilidad y sostenibilidad como solución energética. En conclusión, el caso del Hotel Buchan Braes demuestra de manera concreta la viabilidad técnica, económica y ambiental de implementar sistemas de calefacción de biomasa en infraestructuras hoteleras. Más allá del impacto positivo en términos de emisiones y costos, la experiencia destaca el papel que puede desempeñar el sector privado en la transición energética hacia modelos más sostenibles. Este ejemplo refuerza la necesidad de promover tecnologías renovables como estándar en edificaciones con alta demanda energética, especialmente en regiones con acceso a biocombustibles sostenibles como los pellets de madera.

Una experiencia destacada en el uso de energías renovables en el sector turístico es la implementación de un sistema de paneles solares en las instalaciones de Center Parcs, una reconocida cadena de parques vacacionales en el Reino Unido. En su sede de Nottinghamshire, la empresa puso en marcha un proyecto fotovoltaico con el objetivo de fortalecer sus compromisos medioambientales y reducir los costos energéticos operativos. Inicialmente, se instaló una capacidad de 50 kWp, pero los buenos resultados obtenidos en generación energética, reducción de emisiones y eficiencia operativa impulsaron la expansión del sistema a 100 kWp, lo cual reafirmó la viabilidad del proyecto. El proceso de implementación se llevó a cabo en dos fases, comenzando con estudios preliminares en el sitio y reuniones técnicas de planificación, con la finalidad de garantizar que el diseño del sistema se ajustara a las necesidades del cliente y no interfiriera con las actividades regulares del complejo vacacional. Se emplearon paneles solares de alta eficiencia —200 módulos Renesola/Risen de 250 W cada uno— montados mediante soportes tipo U-brackets, fijados directamente sobre el techo metálico de las instalaciones. Para la conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC), se utilizaron inversores ABB Trio, reconocidos por su confiabilidad y desempeño estable. Los resultados obtenidos han sido ampliamente favorables. El sistema genera anualmente alrededor de 79,536 kWh de electricidad, cubriendo una fracción considerable de las

necesidades energéticas del centro vacacional. Desde una perspectiva ambiental, se estima un ahorro anual de más de 38,535 kg de CO₂, lo que representa un avance importante en la estrategia de descarbonización de la empresa. Esta reducción de emisiones ha contribuido a mejorar el perfil ecológico de Center Parcs frente a sus clientes y ante las exigencias del mercado británico en cuanto a sostenibilidad en el sector ocio-hoteler. En términos económicos, el proyecto ha demostrado ser altamente rentable. Los ahorros en costos energéticos y la eficiencia del sistema llevaron a la decisión de duplicar la capacidad instalada, una señal clara de que la inversión inicial no solo fue acertada, sino que resultó superada en sus expectativas. Para garantizar la solidez del proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad evaluando distintos escenarios de precios de la electricidad y variaciones en la eficiencia de los paneles solares. Incluso en condiciones menos favorables, el estudio confirmó que el sistema mantenía su viabilidad financiera y su retorno de inversión en el mediano plazo. Este caso de estudio evidencia que las tecnologías fotovoltaicas no solo son aplicables a contextos rurales o industriales, sino también sumamente efectivas en infraestructuras turísticas. La experiencia de Center Parcs subraya la importancia de una planificación cuidadosa, una ejecución técnica profesional y una visión a largo plazo, factores que permiten maximizar los beneficios económicos y ambientales de las energías renovables en el sector de servicios. Además, posiciona a la empresa como referente en responsabilidad ecológica dentro de la industria del ocio.

En el contexto de la búsqueda por reducir los impactos ambientales de la generación de energía, un estudio desarrollado en el estado de Wisconsin, Estados Unidos, evaluó el rendimiento ambiental de un sistema híbrido de suministro energético basado en energía solar y biomasa. La investigación tuvo como objetivo principal determinar el impacto ambiental del sistema a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la fase de construcción hasta su desmantelamiento y reciclaje. Para ello, se aplicó la metodología del análisis del ciclo de vida (LCA), una herramienta robusta que permite cuantificar los efectos ambientales en distintas categorías, incluyendo el uso de recursos no renovables, la emisión de gases de efecto invernadero, la acidificación y la eutrofización. El sistema híbrido estaba compuesto por cuatro subsistemas clave: paneles solares fotovoltaicos para la generación eléctrica durante el día; un subsistema de biomasa integrado por reactores anaeróbicos que procesaban residuos orgánicos para la producción de biogás, utilizado como fuente térmica y eléctrica; un sistema de baterías que almacenaba el excedente energético para su uso posterior; y una infraestructura de apoyo técnico encargada del mantenimiento y operación de los componentes principales. Esta

configuración buscaba una integración sinérgica entre las fuentes renovables disponibles, garantizando una operación continua y sostenible. Los resultados del estudio fueron reveladores. En primer lugar, se identificó que la etapa de construcción del sistema —especialmente del subsistema solar— generó un impacto ambiental considerable, atribuible principalmente a la fabricación de los paneles fotovoltaicos. No obstante, este impacto inicial fue compensado progresivamente durante la fase operativa, gracias al desplazamiento del uso de fuentes fósiles. Se registró una reducción significativa en el consumo de energía no renovable, particularmente en comparación con sistemas tradicionales basados en carbón o gas natural, lo que evidencia una mejora sustancial en la eficiencia del sistema. En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, se observó una notable disminución durante la operación, derivada de la sustitución de combustibles fósiles por fuentes limpias como el biogás y la energía solar. Adicionalmente, la integración del sistema híbrido contribuyó a la reducción de impactos ambientales colaterales como la eutrofización y la acidificación, debido a la menor emisión de contaminantes atmosféricos y a la valorización de residuos orgánicos a través de la digestión anaeróbica. El análisis de sensibilidad incorporado en el estudio permitió evaluar la influencia de variables como los costos de materiales y las tasas de reciclaje de componentes al final de su vida útil. Los resultados demostraron que, incluso ante fluctuaciones considerables en estos factores, el sistema híbrido mantenía su viabilidad ambiental y económica, ratificando su robustez frente a escenarios adversos. En síntesis, el caso del sistema híbrido solar-biomasa implementado en Wisconsin refuerza el papel clave que desempeñan las energías renovables en la reducción de impactos ambientales derivados de la producción de energía. Además de disminuir el consumo de energía no renovable y las emisiones de gases contaminantes, este tipo de sistemas ofrece beneficios adicionales relacionados con la gestión de residuos y la mitigación de problemas ecológicos como la acidificación del suelo y el agua. Este estudio se posiciona como una evidencia sólida del potencial que tienen los sistemas híbridos para contribuir a una transición energética limpia, eficiente y sostenible.

Una implementación destacada en el ámbito de la salud en Estados Unidos es la del Gundersen Lutheran Health System, ubicado en La Crosse, Wisconsin, el cual desarrolló un sistema de calderas de biomasa como parte de su estrategia para lograr la independencia energética. Este proyecto constituye el mayor componente individual dentro del portafolio de energías renovables de la institución, representando un 38 % del total de su meta energética, lo que lo convierte en un modelo de referencia para instalaciones hospitalarias con demandas térmicas y eléctricas constantes. El sistema consistió en el reemplazo de antiguas calderas

alimentadas por gas natural por una caldera de biomasa de 800 caballos de fuerza (HP), capaz de generar vapor a 400 psi, el cual se emplea tanto para calefacción como para procesos hospitalarios. Además, el vapor producido es utilizado para alimentar una turbina de vapor que genera 250 kW de electricidad, reforzando el suministro energético del complejo. El sistema incluye también un mecanismo de almacenamiento y alimentación que utiliza residuos de madera limpia —sin tratamiento químico— provenientes de aserraderos y residuos forestales locales, lo que garantiza un abastecimiento sostenible y de bajo impacto ambiental. Desde el punto de vista ambiental, el proyecto ha logrado una significativa reducción en las emisiones de CO₂, gracias a la sustitución del gas natural por biomasa. Este cambio no solo contribuye a la mitigación del cambio climático, sino que también tiene beneficios económicos tangibles. Se estima que el sistema permite ahorrar aproximadamente \$500,000 dólares anuales, de los cuales \$/ 350,000 provienen de la reducción del uso de gas natural y \$150,000 del ahorro en consumo eléctrico. Estos datos consolidan al sistema como una inversión estratégica con retorno claro y medible. En el ámbito operativo, el vapor generado por la caldera de biomasa se utiliza durante todo el año en diversas aplicaciones críticas dentro del hospital, como el sistema de calefacción central, lavandería industrial, cocinas, unidades de deshumidificación del aire y procesos de desinfección de equipos médicos. Este uso intensivo y diversificado del vapor demuestra la versatilidad de los sistemas de biomasa cuando son diseñados adecuadamente para cubrir cargas térmicas constantes y exigentes. El estudio también incluyó un análisis de sensibilidad que evaluó el comportamiento del sistema frente a variaciones en los precios de los biocombustibles y las tarifas de energía convencionales. A pesar de las fluctuaciones simuladas, el sistema mantuvo su viabilidad económica y superioridad ambiental, confirmando su eficacia a largo plazo frente a las incertidumbres del mercado energético. En resumen, el caso del sistema de biomasa del Gundersen Lutheran Health System constituye una prueba clara de la viabilidad técnica, económica y ambiental de las energías renovables en el sector hospitalario. No solo ha permitido reducir costos y emisiones, sino que también ha reforzado la autonomía energética del hospital, un aspecto crítico en instalaciones con funcionamiento continuo. Este ejemplo refuerza la necesidad de considerar soluciones energéticas sostenibles en instituciones de alta demanda, y posiciona a la biomasa como una opción funcional, limpia y rentable en entornos críticos.

Una experiencia ejemplar en sostenibilidad energética dentro del sector hotelero europeo es la del Hotel Corfu Mare Boutique, ubicado en la ciudad de Corfú, Grecia, el cual forma parte del grupo “Eco Hotels of the World”. Este establecimiento solo para adultos ha implementado

un sistema integral de energías renovables como parte de su compromiso con la reducción de la huella de carbono y la mejora del desempeño ambiental. La iniciativa incluyó la instalación de paneles solares fotovoltaicos y térmicos, así como mejoras significativas en eficiencia energética, con el objetivo de disminuir el consumo de energía no renovable sin afectar la calidad del servicio brindado a los huéspedes. El sistema fotovoltaico está diseñado para cubrir una proporción considerable de la demanda eléctrica del hotel mediante la conversión directa de la radiación solar en electricidad. Por su parte, los paneles solares térmicos se utilizan para el calentamiento de agua, tanto para uso doméstico como para mantener climatizada la piscina del hotel. A estas tecnologías se suman sistemas de eficiencia energética como iluminación LED, electrodomésticos de bajo consumo y equipos de climatización optimizados, lo que contribuye a una operación más limpia y sustentable. De acuerdo con los reportes institucionales, la combinación de tecnologías renovables ha permitido al hotel satisfacer una parte significativa de su requerimiento energético mediante fuentes limpias. Este cambio ha generado una reducción considerable de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), al disminuir la dependencia de combustibles fósiles, lo cual contribuye de forma directa a los esfuerzos por mitigar el cambio climático. Además, la estrategia de sostenibilidad adoptada ha fortalecido las credenciales ecológicas del hotel, posicionándolo como un destino preferido entre los viajeros que valoran la responsabilidad ambiental. El proyecto fue evaluado también desde un enfoque económico, mediante un análisis de sensibilidad que consideró diversos escenarios de precios de energía y variaciones en los costos tecnológicos. Los resultados demostraron que, incluso ante fluctuaciones en los factores evaluados, la inversión en energía solar mantenía su rentabilidad y efectividad a largo plazo, reforzando su atractivo como estrategia energética para el sector hotelero. En conjunto, el caso del Hotel Corfu Mare Boutique demuestra de forma práctica la viabilidad técnica y económica de integrar energías renovables en instalaciones turísticas. La experiencia muestra que es posible alcanzar importantes logros en términos de eficiencia, ahorro energético y reducción de emisiones, sin comprometer el confort ni la calidad del servicio. Este modelo puede ser replicado por otros establecimientos turísticos que aspiren a reducir su impacto ambiental y alinearse con los principios del turismo sostenible.

Como alternativa sostenible para la generación de energía en zonas con alta irradiación solar y recursos agrícolas disponibles, un estudio publicado en el Global NEST Journal (2021) evaluó la viabilidad técnica y económica de una planta híbrida de energía solar y biomasa en una región mediterránea. El análisis se centró en el diseño, simulación y optimización de un sistema integrado capaz de generar electricidad y calor de forma simultánea, con el objetivo de

maximizar la eficiencia energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Esta combinación tecnológica representa una respuesta estratégica a las necesidades de generación distribuida en entornos con potencial solar elevado y acceso local a biomasa. El sistema propuesto incluía paneles solares térmicos y fotovoltaicos (CSP y PV) para captar y transformar la energía solar en electricidad y calor, un módulo de biomasa que empleaba residuos agrícolas y forestales disponibles en la zona, y un sistema de cogeneración, diseñado para la producción simultánea de electricidad y calor útil. Para la validación técnica, se realizaron simulaciones computacionales bajo diferentes escenarios climáticos y niveles de disponibilidad de biomasa, evaluando el rendimiento energético del sistema y su comportamiento frente a variaciones externas. Los resultados demostraron que la planta híbrida alcanzó una alta eficiencia energética, gracias a la sinergia entre las tecnologías solares y de biomasa. Esta integración permitió un aprovechamiento más completo de los recursos renovables locales, con generación de electricidad estable y un suministro térmico adecuado para aplicaciones residenciales, comerciales e industriales. En términos ambientales, se registró una reducción significativa en las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y otros gases contaminantes, debido a la sustitución progresiva del uso de combustibles fósiles. Este resultado se alinea con los objetivos de mitigación del cambio climático en contextos mediterráneos vulnerables a las fluctuaciones energéticas y climáticas. Desde el punto de vista económico, aunque la inversión inicial del sistema híbrido fue superior a la de sistemas convencionales, el estudio evidenció que los costos operativos a largo plazo eran sustancialmente menores, dado el bajo costo de la biomasa local, la reducción de tarifas energéticas externas y el aprovechamiento directo de los recursos. Esto permitió alcanzar una recuperación de inversión favorable, especialmente bajo políticas de incentivos energéticos. El estudio incluyó además un análisis de sensibilidad que consideró distintos escenarios de precio de la biomasa, variaciones en las tarifas eléctricas, y cambios en la disponibilidad estacional de los recursos. Incluso bajo condiciones adversas, la planta híbrida mantuvo su viabilidad técnica y económica, lo que refuerza su aplicabilidad en entornos con recursos intermitentes pero complementarios como el sol y la biomasa. En síntesis, la experiencia de esta planta híbrida solar-biomasa en una región mediterránea refuerza el valor estratégico de la integración de tecnologías renovables para lograr un sistema energético resiliente, descentralizado y ambientalmente responsable. Este modelo puede ser replicado en otras regiones con condiciones similares, aportando soluciones prácticas al desafío global de descarbonizar la matriz energética y fortalecer la seguridad energética local.

CAPÍTULO III

3.1. Marco Metodológico

3.1.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

a) Análisis técnico y energético:

Procesamiento de datos de consumo eléctrico, irradiancia solar y horas solares pico (HSP) para dimensionar el sistema fotovoltaico (paneles, baterías, inversor, controlador MPPT).

b) Simulación y proyección de generación solar:

Uso de plataformas especializadas y bases públicas (PVGIS, Global Solar Atlas, PDAV – NASA) para estimar el rendimiento energético del sistema.

c) Análisis económico-financiero:

Evaluación mediante indicadores financieros:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Relación Costo–Beneficio (C/B)
- Periodo de retorno (PR)

d) Análisis comparativo:

Comparación con estudios similares y proyectos solares implementados en el sector hotelero y en zonas de alta irradiación en el sur del Perú.

e) Evaluación ambiental:

Cálculo de reducción de emisiones de CO₂ y análisis de beneficio ambiental respecto al sistema basado en combustibles fósiles.

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación es aplicada, descriptiva y evaluativa Describe el contexto energético del hotel, evalúa cuantitativamente una alternativa fotovoltaica y determina su viabilidad técnica, económica, ambiental y social.

3.1.3. Diseño de investigación

El diseño es no experimental, transversal y propositivo – evaluativo, pues:

- No manipula variables
- Analiza condiciones reales existentes del hotel
- Realiza cálculos técnicos y financieros
- Formula y propone una solución de energía solar
- Evalúa su factibilidad en un momento determinado

Este diseño culmina con un dimensionamiento real (16 paneles solares de 100 Wp, baterías, inversor) y una propuesta viable de implementación.

3.1.4. Población y muestra

- **Población:** empresa Caleta Arantas S.A.C.
- **Unidad de análisis:** infraestructura hotelera y su sistema energético actual
- **Muestra:** áreas operativas, instalaciones eléctricas y administración del hotel

El muestreo es intencional, considerando la disponibilidad de información técnica y administrativa del establecimiento.

3.1.5. Aspectos administrativos

- **Responsable de la investigación:** Tesista
- **Acceso a información:**
 - Facturación y consumo energético del hotel
 - Infraestructura eléctrica existente
 - Condiciones climáticas locales

- **Herramientas y software:**

- PVGIS / NASA PDAV
- Hojas de cálculo para dimensionamiento y finanzas
- Fichas técnicas de equipos solares

- **Tiempo:**

El estudio se desarrolló en una fase única de evaluación y dimensionamiento.

- **Colaboración institucional:**

Coordinación con el hotel para acceso a información real necesaria para cálculos técnicos y económicos.

Está compuesto por el propio tesista, así como se recurrirá a un equipo de investigación que esté familiarizado con los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales relacionados con los sistemas de energía solar fotovoltaica. Esto puede incluir investigadores, ingenieros, expertos financieros y profesionales en sostenibilidad.

3.1.6. Métodos de investigación

Método técnico

Basado en criterios de ingeniería solar (Duffie & Beckman, 2016):

- Cálculo de demanda energética
- Determinación de irradiancia y HSP
- Selección de tecnología fotovoltaica
- Dimensionamiento del sistema (paneles, almacenamiento, inversor)

Método económico

- Cálculo de VAN, TIR, C/B y periodo de recuperación

Método ambiental

Basado en evaluación de impacto ambiental (Canter, 1996):

- Estimación de reducción de emisiones CO₂
- Análisis de contribución a sostenibilidad energética

CAPÍTULO IV

4.1. ANÁLISIS DE MERCADO Y ORGANIZACIONAL

4.1.1. Misión y visión

Misión: Nuestra misión en Caleta Arantas S.A.C. es brindar a cada uno de nuestros huéspedes una experiencia única y memorable, destacándonos por la excelencia en el servicio y la calidad en cada detalle. Nos comprometemos a ofrecer una estancia confortable, segura y placentera, complementada con una variedad de actividades recreativas que permiten la exploración y el disfrute de la belleza natural de Camaná. Al integrar prácticas sostenibles y tecnologías de energías renovables, nos esforzamos por minimizar nuestro impacto ambiental, asegurando un futuro más verde para las próximas generaciones.

Visión: Para 2030, Caleta Arantas S.A.C. se propone ser reconocido a nivel nacional e internacional como el hotel líder en innovación, sostenibilidad y excelencia en el servicio dentro de la industria hotelera de Camaná y del Perú. Aspiramos a ser un referente en la adopción de energías renovables, demostrando que es posible combinar lujo y sostenibilidad. Nuestra visión incluye fortalecer la economía local mediante la promoción del turismo responsable, el respeto por la cultura y la naturaleza, y la creación de oportunidades de desarrollo para nuestra comunidad.

4.1.2. Organigrama de la empresa

- **Administrador del Negocio:** Supervisa todas las operaciones del hotel, gestiona el personal, se encarga de la planificación estratégica y asegura la satisfacción del cliente. Realiza la revisión diaria de operaciones, coordinación con cada departamento, gestión de reservas y atención a clientes VIP.
- **Contabilidad:** Lleva el registro financiero, prepara el presupuesto, y se encarga de los pagos y la facturación. Realiza el registro diario de transacciones, preparación de informes mensuales, y gestión de nóminas y pagos.
- **Cocinero:** Prepara platos conforme al menú del restaurante, mantiene estándares de calidad e higiene. Lleva a cabo la preparación de alimentos, gestión de inventario de cocina, y desarrollo de nuevos platos.

- **Ayudante de Cocina:** Asiste en la preparación de alimentos, mantiene la cocina limpia y organizada. Se encarga de la preparación preliminar de alimentos, limpieza de utensilios y equipos, y asistencia en la gestión de inventario.
- **Guardia:** Asegura la seguridad de los huéspedes y del establecimiento, controla el acceso a las instalaciones. Realiza rondas periódicas, registro de visitantes, y manejo de situaciones de emergencia.
- **Recreativos principal:** Coordina las actividades recreativas, gestiona el alquiler de equipos y asesora a los huéspedes. Gestiona la programación de actividades, mantenimiento de equipos, y atención al cliente.
- **Asistentes de Servicios Recreativos (2):** Apoyan en la realización de actividades y en el alquiler de equipos. Se encargan de la preparación de equipos, asistencia en actividades, y atención al cliente.
- **Salvavidas (2):** Vigilan la seguridad de los huéspedes en áreas acuáticas, realizan rescates si necesario. Llevan a cabo la vigilancia continua, primeros auxilios, y mantenimiento de la seguridad en piscinas y áreas acuáticas.
- **Procedimientos Generales:** Todos los empleados recibirán formación regular en sus respectivas áreas, además de capacitación en sostenibilidad y primeros auxilios.
- **Evaluaciones de Desempeño:** Realización de evaluaciones semestrales para identificar áreas de mejora y reconocer el desempeño sobresaliente.
- **Gestión Ambiental:** Implementación de prácticas sostenibles en todas las áreas de operación, con especial énfasis en la transición hacia energías renovables.

Este esquema organizacional y los procedimientos descritos buscan asegurar la eficiencia operativa del hotel Caleta Arantas S.A.C., promoviendo al mismo tiempo la sostenibilidad y la excelencia en el servicio al cliente.

4.1.3. Análisis del Macroentorno (PESTEL)

El objetivo del Análisis del Macroentorno es identificar factores externos que inciden en la adopción de un sistema fotovoltaico en Caleta Arantas S.A.C. (Camaná, Arequipa), clasificando oportunidades (O) y amenazas (A) y definiendo métricas de seguimiento para la toma de decisiones.

A) Factor Político

El sector político peruano en diciembre de 2025 presenta un gobierno interino de José Jerí Oré, asumido el 10 de octubre tras la vacancia de Dina Boluarte, marcado por crisis institucional, inseguridad rampante y fragmentación partidaria rumbo a elecciones de 2026. En Arequipa, la conflictividad social frena el desarrollo minero y energético por falta de diálogo, agravada por desconfianza en el Gobernador Rohel Sánchez; pese a al rol importante que tiene la Región Arequipa como líder nacional en Energía Solar Fotovoltaica. Este panorama genera oportunidades en prioridades nacionales de transición energética y turismo, pero amenazas por inestabilidad que afectan trámites y fondos. Infobae. (2025, 29 de octubre).

Factor Político	Variable	Oportunidad /Amenaza
Panorama Político Nacional en Perú	La inestabilidad institucional, el cambio de gestión presidencial y el conflicto con el congreso, pueden retrasar fondos y trámites para los proyectos de energía solar. Además, el mal manejo de conflictos sociales, desencadena protestas y paros, lo que genera bloqueos en las carreteras y la imposibilidad de que los turistas puedan visitar las playas.	Amenaza (A1)
Transición Energética	La transición energética y la competitividad turística son prioridades claras para el gobierno central y regional, lo que se traduce en posibles incentivos y programas de apoyo aplicables a establecimientos turísticos. Esto implica un considerable apoyo político para el uso y promoción de las plantas de energía solar fotovoltaica en la región. (PV Magazine LATAM, 3 de noviembre del 2025)	Oportunidad (O1)

B) Factor Económico

La economía peruana en diciembre de 2025 muestra resiliencia con un crecimiento del PIB proyectado en 3,1-3,3% para este año según BBVA Research (2025, 4 de diciembre), impulsado por demanda interna fuerte, altos precios del cobre, inversión privada en 9% interanual y liberación de fondos previsionales, pese a incertidumbre política preelectoral. La inflación se mantiene cerca del 2%, y la balanza comercial registra superávits históricos equivalentes a 2% del PIB, con deuda pública controlada en 32%.

Factor Económico	Variable	Oportunidad /Amenaza
Riesgos Financieros Externos	La viabilidad económica inicial depende de la variación del tipo de cambio (USD/PEN), que afecta directamente el precio de los equipos importados (módulos fotovoltaicos, inversores, baterías). Los costos logísticos de importación también representan un factor de riesgo que puede impactar el presupuesto del proyecto.	Amenaza (A2)
Ahorro Energético	Según Campos Egoavil et al. (2024), el costo nivelado de la energía solar es significativamente competitivo en comparación con alternativas fósiles. Esto permite al hotel reducir su exposición a la volatilidad del precio del diésel y reforzar simultáneamente su imagen de sostenibilidad, satisfaciendo la preferencia documentada del turista por prácticas ambientales responsables. De manera complementaria, según datos de Prensa Regional (2025), el costo promedio de la energía solar se sitúa entre 35 y 55 dólares por megavatio hora (US\$/MWh), mientras que el diésel-petróleo oscila entre 160 y 180 US\$/MWh. Esta diferencia sustancial de costos fundamenta la viabilidad económica del proyecto y su ventaja competitiva sostenida.	Oportunidad (O2)

C) Factor Social

Los potenciales vacacionistas han revalorado las actividades de naturaleza, sol, playa y aventura, buscando un reequilibrio laboral y personal que promueve la vida saludable y el bienestar. El interés en actividades al aire libre y campamentos crea una amplia oportunidad de mercado, especialmente en destinos como Caleta Arantas en Camaná.

La nueva normalidad y el home office (teletrabajo) han generado un nuevo segmento de clientes ejecutivos que buscan hoteles que permitan trabajar desde cualquier lugar, exigiendo instalaciones adecuadas (Internet de calidad y áreas de trabajo) junto con entornos de naturaleza. (PromPerú, 2022a).

Adicionalmente, el MINCETUR (2025) reporta que más de 19 millones de turistas nacionales se movilizaron por el país durante el primer semestre del 2024, representando un crecimiento del 22% en el flujo de viajes por turismo interno respecto al mismo periodo en 2023. Esta recuperación sostenida del turismo interno valida la demanda de mercado para el proyecto. La dimensión social presenta una clara oportunidad de diferenciación basada en preferencias verificables del consumidor, pero enfrenta amenazas externas que impactan la movilidad y la operación turística.

Factor Social	Variable	Oportunidad /Amenaza
Inestabilidad Social	El movimiento turístico se ve constantemente perjudicado por una cadena de factores adversos, incluyendo la inseguridad ciudadana, el descontento político y el incremento de precios en combustibles y comestibles. Esta situación genera conflictos sociales y movilizaciones constantes en varias regiones del país, que pueden paralizar el movimiento turístico y afectar drásticamente la operación y el flujo de clientes hacia el destino. Esta amenaza externa es el factor adverso más difícil de mitigar, ya que impacta la seguridad y la logística del viaje. (IPSOS, 2025)	Amenaza (A3)

Presencia de Marca	Existe un motor de demanda muy favorable para hoteles sostenibles. Según PromPerú (2022), más del 70% de los visitantes internacionales valoran las prácticas ambientales responsables, siendo la reputación online un factor determinante en su elección de alojamiento. De manera complementaria, Booking.com (2020) reporta que el 72% de los viajeros cree que las personas necesitan tomar decisiones de viaje sostenibles para preservar el planeta para futuras generaciones. Esta convergencia de preferencias permite al hotel lograr una diferenciación de marca significativa como "hotel sostenible" (O3), resultando en una mayor tasa de recomendación y una ocupabilidad más estable, incluso en temporada baja.	Oportunidad (O3)
D) Factor Tecnológico		
Factor Tecnológico	Variable	Oportunidad /Amenaza
Riesgos en la Cadena de Suministros	Pese a ser líder en generación de energía fotovoltaica, es importante prever los plazos de importación (lead time) de los equipos especializados, ya que pueden generar retrasos en el proyecto. Además, existe un riesgo de obsolescencia relativa si no se planifica adecuadamente la escalabilidad. La reposición de las baterías al final de su ciclo de vida también representa un costo y un desafío logístico que debe ser considerado.	Amenaza (A4)
Oportunidades Técnicas y Geográficas	La tecnología FV está completamente estandarizada (paneles con certificación IEC 61215, inversores confiables), lo que reduce la incertidumbre. El factor geográfico es óptimo para el proyecto. Según el GORE Arequipa (2024), el sur del Perú presenta un potencial de radiación solar de 5.2 kWh/m² en promedio, que en algunas estaciones del año puede sobrepasar los 6	Oportunidad (O4)

kWh/m². Esta irradiancia alta en Camaná (aproximadamente 5.5 kWh/m²/día) maximiza la generación de energía del sistema propuesto.

La disponibilidad de proveedores regionales y la escalabilidad modular (preparación para futuros 3.2 kWp) aseguran una baja complejidad en la implementación.

Las implicaciones directas son: mantenimiento simple, posibilidad de monitoreo remoto e integración sencilla de upgrades futuros, como baterías de Litio y optimizadores. (SGS, 2024).

E) Factor Ecológico

Factor Ecológico	Variable	Oportunidad /Amenaza
Riesgos del Ecosistema Costero	Dada la ubicación de Caleta Arantas S.A.C. en zona costera, es crucial mitigar el riesgo de arenamiento (acumulación de arena y polvo en paneles) y corrosión salina en los equipos metálicos expuestos. Esto requiere la especificación correcta de materiales de montaje resistentes a ambientes marinos (acero inoxidable o aluminio anodizado) y un programa de mantenimiento riguroso que incluya limpieza periódica de paneles para evitar pérdidas de eficiencia.	Amenaza (A5)
Beneficio Ambiental	El proyecto capitaliza las óptimas condiciones ambientales de la zona, como la alta radiación (5.5 kWh/m ² /día) (MINEM, 2020). Esto permite generar un beneficio ambiental medible y comunicable, contribuyendo a las metas locales de sostenibilidad. El valor del atributo “cero diésel” es inmenso, resultando en una reducción estimada de 1.8 tCO ₂ por año. Además de la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se elimina la huella de ruido y olor asociada a los grupos electrógenos, mejorando la experiencia del huésped.	Oportunidad (O5)

F) Factor Legal/Normativo

Factor Legal	Variable	Oportunidad /Amenaza
Implicaciones y Trámites Legales	Según Campos Egoavil et al. (2024), el hotel debe gestionar diligentemente los requisitos documentarios exigidos por la normativa peruana, incluyendo memorias técnicas detalladas, planos de tableros eléctricos y protecciones, certificados de equipos, y declaraciones de conformidad. El incumplimiento de estos requisitos puede generar retrasos significativos en la puesta en operación del sistema. Adicionalmente, la necesidad de someterse a inspecciones periódicas y mantener seguros adecuados para la instalación implica una carga administrativa y de costos recurrentes que requiere planificación financiera y operativa. La documentación debe mantenerse actualizada y disponible para auditorías de autoridades competentes.	Amenaza (A6)
Certificaciones	Según el Ministerio del Ambiente (2024), el D.S. N° 010-2024-MINAM. establece las directrices para la reducción de emisiones e incremento de remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), creando el Registro Nacional de Medidas de Mitigación (RENAMI) como herramienta de monitoreo, reporte y verificación. La inversión en energía solar y la consecuente eliminación del consumo de diésel (que se traduce en una reducción de aproximadamente 1.8 tCO₂/año) posiciona al hotel dentro de este marco de cumplimiento.	Oportunidad (O6)

Listado de Amenazas y Oportunidades (PESTEL)

OPORTUNIDADES

O1 (Político): Apoyo a transición energética y competitividad turística con incentivos regionales en Arequipa.

O2 (Económico): Ahorros energéticos solares (35-55 US\$/MWh vs. 160-180 diésel) y ventaja competitiva.

O3 (Social): Preferencia por hoteles sostenibles (72% turistas valoran prácticas eco-verificables).

O4 (Tecnológico): Tecnología FV estandarizada y óptima irradiancia solar (5.5 kWh/m²/día) en Camaná.

O5 (Ecológico): Reducción GEI (1.8 tCO₂/año) y mejora experiencia huésped sin ruido/olor diésel.

O6 (Legal): Cumplimiento RENAMI (D.S. N° 010-2024-MINAM) para mitigación emisiones.

AMENAZAS

A1 (Político): Inestabilidad institucional, protestas y bloqueos carreteros por conflictividad social.

A2 (Económico): Volatilidad tipo cambio USD/PEN y costos logísticos importación equipos FV.

A3 (Social): Inestabilidad social, inseguridad (85%) y crisis política afectando movilidad turística.

A4 (Tecnológico): Retrasos en cadena suministros, obsolescencia y reposición baterías.

A5 (Ecológico): Arenamiento, polvo y corrosión salina en zona costera.

A6 (Legal): Trámites documentarios, inspecciones y seguros administrativos.

A7 (Social): Delincuencia (89% percepción retroceso) y corrupción impactando operación.

4.1.4. Análisis de la Industria (PORTER)

El objetivo de analizar el análisis de la industria hotelera, es evaluar el nivel de competencia y las presiones externas en el sector hotelero de Camaná, identificando oportunidades y amenazas estratégicas que influyen la adopción del Sistema Fotovoltaico en Caleta Arantas S.A.C.



Nota: Adaptado de: El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia (2013). Pearson Educación. Fernando D'Alessio Ipinza.

A) Rivalidad entre competidores existentes

La rivalidad entre los competidores existentes en la zona de influencia de Caleta Arantas se caracteriza por una competencia moderada, principalmente debido a la dispersión geográfica de los establecimientos y a la diferencia en sus propuestas de valor. Si bien existen varias opciones de alojamiento en los alrededores, pocos compiten directamente con un concepto de hospedaje ecológico, frente al mar y con enfoque experiencial.

En la caleta vecina de San José, se concentra la competencia más cercana. Los alojamientos allí suelen ofrecer servicios básicos orientados principalmente a turistas que buscan pesca, tranquilidad y estadias cortas. Aunque están más próximos a Arantas, San José Ecolodge carece de propuestas diferenciadas o infraestructura moderna, lo cual reduce la presión competitiva directa.

En el pueblo de Quilca destacan La Perla Escondida y Hospedaje Grismar. Ambos ofrecen hospedajes de formato tradicional y no cuentan con el atributo de estar frente a la playa ni con una orientación ecológica. Por ello, compiten más en la categoría de precios accesibles que en experiencias premium o sostenibles, lo que disminuye su capacidad de sustituir una propuesta ecológica y de mayor valor agregado.

A mayor distancia se encuentra Camaná Beach House, que maneja un estilo de alojamiento tipo Airbnb, enfocado en comodidad y estadias familiares. Su ubicación más alejada de Arantas y su modelo de reservas online lo posicionan como un competidor indirecto, atractivo para un segmento diferente, pero no necesariamente para quienes buscan un concepto inmersivo en la naturaleza.

Finalmente, la oferta hotelera más amplia de Camaná, Matarani y Mollendo representa la competencia más general del mercado regional. Estos destinos concentran hoteles, hostales y hospedajes de diversos niveles, pero en su mayoría con un enfoque urbano o de playa convencional. Si bien pueden atraer a un volumen mayor de visitantes por su infraestructura turística más desarrollada, no ofrecen la exclusividad, aislamiento natural y enfoque ecológico que un proyecto en Caleta Arantas puede destacar.

Ante esta coyuntura, se puede afirmar que la rivalidad se mantiene moderada. Esto permite que Caleta Arantas se posicione con una propuesta de valor distintiva, reduciendo el nivel de rivalidad directa y aumentando su ventaja competitiva en el mercado regional.

B) Amenaza de Nuevos Entrantes

La amenaza de nuevos competidores en la zona costera de Arequipa es alta, principalmente debido a la disponibilidad de extensas áreas costeras aún vírgenes y al creciente interés turístico en el litoral comprendido entre Camaná, Quilca y Matarani. Estas zonas, por su bajo nivel de ocupación y su atractivo natural, representan oportunidades accesibles para inversionistas o empresarios inmobiliarios que deseen desarrollar proyectos de hospedaje, casas de playa o emprendimientos turísticos con relativa facilidad.

Un factor determinante es que las autoridades locales y regionales pueden otorgar permisos para habilitar nuevos establecimientos: hoteles, ecohospedajes, restaurantes o propuestas comerciales vinculadas al turismo de playa; en caletas que aún no han sido

intervenidas. Esta apertura regulatoria incrementa la probabilidad de que aparezcan nuevos actores que compitan por el mismo flujo de visitantes, especialmente en temporadas de verano.

Asimismo, se observa una tendencia creciente en la instalación de casas de playa, alojamientos independientes y hospedajes tipo Airbnb, impulsada por la búsqueda de experiencias más privadas y flexibles por parte de los turistas. Este tipo de oferta, de menor inversión inicial y con alta capacidad de respuesta a la demanda, puede proliferar rápidamente y convertirse en un competidor relevante que presione los precios y diversifique las alternativas para los visitantes.

Sin embargo, la ventaja competitiva de un proyecto en Caleta Arantas que migre hacia una matriz energética sostenible “cero diésel” y con baja o nula huella de carbono, actúa como una barrera diferenciadora frente a los nuevos entrantes. La creciente preferencia del mercado por experiencias ecológicas, auténticas y responsables con el ambiente permite construir un posicionamiento que no resulta sencillo de imitar en el corto plazo, especialmente para competidores que operen con sistemas energéticos convencionales o sin un enfoque ambiental sólido.

Por lo tanto, se concluye que la amenaza de nuevos competidores es alta debido a la disponibilidad de caletas vírgenes y la facilidad para obtener autorizaciones.

C) Poder de Negociación de los Clientes

El poder de negociación de los clientes en el sector hotelero de la zona de Caleta Arantas es moderado a alto, debido a varias características del mercado turístico regional y del perfil del visitante que frecuenta este tramo costero.

En primer lugar, los clientes cuentan con un amplio rango de alternativas en los alrededores: desde hospedajes tradicionales en Camaná, Mollendo y Matarani, hasta opciones más económicas en Quilca o Caleta San José, además de la creciente oferta de alojamientos tipo Airbnb y casas de playa. Aunque muchas de estas opciones no ofrecen un concepto ecológico ni ubicación privilegiada frente al mar, sí representan alternativas viables para los turistas sensibles al precio o que buscan estadías más flexibles. Esta variedad de opciones incrementa su capacidad de comparar, exigir mejores tarifas o buscar servicios adicionales.

Además, el turista actual muestra un comportamiento más informado y exigente. Revisa reseñas, compara plataformas, evalúa ubicaciones y busca experiencias con buena relación calidad-precio. Esto les otorga mayor poder para presionar por promociones, descuentos por estadías prolongadas, servicios incluidos o políticas de reserva más flexibles.

Sin embargo, el poder de negociación disminuye frente a propuestas que ofrecen una experiencia altamente diferenciada, como un hospedaje ecológico, con enfoque sostenible, energía limpia y un entorno natural privilegiado. Este tipo de oferta no es fácilmente comparable con hospedajes tradicionales, lo que hace que el cliente valore más la experiencia que el precio. Cuando la propuesta de valor es única, el cliente tiene menos capacidad para exigir rebajas o condiciones especiales, especialmente si se apunta a un segmento que valora la exclusividad y la sostenibilidad.

Otro factor que reduce el poder de negociación del cliente es la limitada disponibilidad de hospedajes frente a caletas vírgenes. La escasez de ubicaciones tan naturales e intactas genera una percepción de mayor valor y disminuye la capacidad del cliente para cambiar de proveedor sin perder atributos clave de la experiencia.

El poder de los clientes es moderado a alto debido a la existencia de múltiples opciones regionales y la creciente oferta de alojamientos alternativos.

D) Poder de Negociación de los Proveedores

El poder de negociación de los proveedores en la zona de Caleta Arantas tiende a ser moderado a alto, influenciado principalmente por la ubicación aislada, la dependencia de ciertos insumos especializados y la limitada oferta de proveedores locales capaces de atender un hospedaje con enfoque ecológico.

En términos generales, la zona carece de una cadena de suministro amplia, por lo que muchos productos deben adquirirse en Camaná, Arequipa o incluso en otros distritos costeros. Esto incluye alimentos frescos, mobiliario, materiales de construcción, equipos para operación hotelera y suministros para mantenimiento, lo que eleva los costos de transporte y otorga a los proveedores mayor control sobre precios, tiempos y disponibilidad.

Un aspecto relevante es la dependencia de proveedores de energía y combustibles. Aunque el proyecto busca migrar hacia un sistema “cero diésel” y de baja huella de carbono, actualmente muchos negocios costeros requieren combustible, agregados o infraestructura eléctrica externa. Esta dependencia incrementa el poder de negociación de empresas que controlan la distribución energética o el transporte de combustibles y materiales. Conforme el proyecto avance hacia una matriz energética sostenible (paneles solares, baterías, eficiencia energética), esta dependencia disminuirá, reduciendo a la vez el poder de estos proveedores.

Respecto a los servicios operativos, la escasez de proveedores locales de limpieza industrial, lavandería profesional, mantenimiento especializado, gestión de residuos o productos ecológicos certificados también incrementa su poder de negociación. La necesidad de recurrir a proveedores de ciudades más grandes implica costos adicionales y menos alternativas de reemplazo.

No obstante, el poder de negociación de los proveedores disminuye en rubros donde existe alta disponibilidad y competencia, como alimentos básicos, bebidas, artículos de uso diario o servicios de transporte general. En estos casos, la oferta es amplia y se puede comparar precios o cambiar de proveedor sin afectar la operación.

Los proveedores tienen un poder moderado-alto por la ubicación aislada y la limitada oferta local.

E) Amenaza de Productos Sustitutos

La amenaza de productos sustitutos en la industria hotelera de Caleta Arantas es moderada, principalmente porque existen alternativas que pueden reemplazar parcialmente la experiencia de hospedaje formal, aunque no logran igualar la propuesta ecológica y frente al mar que ofrece un proyecto diferenciado.

Entre los sustitutos más relevantes se encuentran las casas de playa privadas, alquileres de corta estadía y alojamientos tipo Airbnb, que se han vuelto populares en la costa de Camaná y en otras zonas cercanas. Estos espacios suelen ofrecer mayor privacidad y precios variables, y en algunos casos permiten que los visitantes preparen su propia comida o viajen en grupos grandes. Para turistas que priorizan flexibilidad o economía, estas opciones pueden sustituir un hotel convencional.

Otro sustituto importante es la tendencia creciente hacia el turismo de un solo día (full day), especialmente en destinos donde las playas vírgenes o caletas tranquilas atraen visitantes que no necesariamente buscan pernoctar. Muchos turistas locales llegan por su cuenta con carpas, sombrillas, alimentos y bebidas, reduciendo la necesidad de hospedaje formal, sobre todo en temporadas altas.

También representan una alternativa las experiencias recreativas no asociadas al alojamiento, como restaurantes costeros, clubes de playa o espacios de picnic, que pueden captar a visitantes que prefieren pasar el día en la zona sin quedarse a dormir. Este tipo de oferta compite indirectamente al restar flujo potencial de clientes que podrían optar por un hospedaje.

Sin embargo, la amenaza de sustitutos disminuye frente a propuestas que brindan un valor agregado único, como el hospedaje ecológico con energía sostenible (cero diésel), diseño integrado al entorno natural, experiencias sensoriales y contacto directo con una caleta aislada. Este tipo de vivencia no puede ser fácilmente reemplazada por una casa de playa tradicional ni por un hospedaje informal. La diferenciación ambiental y la ubicación exclusiva ofrecen atributos que no son replicables por sustitutos de bajo costo o alquileres genéricos.

Dado este panorama, se concluye que la amenaza de sustitutos es moderada, impulsada por casas de playa, Airbnbs, turismo de un día y actividades recreativas externas.

4.1.5. Análisis Interno (AMOFHIT)

Objetivo del Análisis Interno

Evaluar las capacidades internas del Hotel Caleta Arantas S.A.C. mediante el modelo AMOFHIT, identificando fortalezas y debilidades en aspectos administrativos, marketing, operaciones, finanzas, habilidades humanas, innovación y tecnología, con el fin de determinar el nivel de preparación institucional para la implementación del sistema fotovoltaico.

A) ADMINISTRACIÓN

Análisis Detallado

Caleta Arantas S.A.C. presenta una estructura organizacional compacta y flexible, caracterizada por toma de decisiones centralizada que acelera los procesos de aprobación de inversiones. Según la documentación interna del hotel, la gestión administrativa está orientada hacia la modernización y adopción de buenas prácticas operativas. Esta configuración permite responder ágilmente a oportunidades de mercado y cambios en el entorno competitivo. La estructura compacta facilita comunicación directa entre niveles decisorios, elimina burocracia innecesaria y reduce tiempos de implementación.

Implicancias

La estructura administrativa flexible genera capacidad rápida de adopción de soluciones tecnológicas y sostenibles. Esto es particularmente relevante para proyectos como sistemas fotovoltaicos, que requieren decisiones de inversión capital, coordinación inter-departamental y cambios en procesos operativos. La toma de decisiones centralizada elimina dilaciones administrativas que típicamente paralizan proyectos en estructuras organizacionales complejas.

Clasificación

F1 — Fortaleza: Gestión organizacional flexible con rápida toma de decisiones

Impacto: Esta fortaleza fortalece directamente la ejecución del proyecto fotovoltaico al reducir tiempos de aprobación y facilitar coordinación inter-departamental.

M) MARKETING

Análisis Detallado

Caleta Arantas S.A.C. cuenta con posicionamiento turístico en creciente desarrollo, con creciente interés en estrategia ecológica. Sin embargo, carece actualmente de sello verde formal o certificación ambiental verificable que legitime sus prácticas sostenibles en el mercado. El hotel comunica sus iniciativas ambientales principalmente a través de medios internos y redes sociales, pero sin respaldo de certificaciones externas (Ecoetiqueta, Biosphere Tourism, Green Destinations) que genera credibilidad en el segmento de eco-viajeros.

Según PromPerú (2022), más del 70% de viajeros internacionales prefiere alojamientos con prácticas eco-responsables, y el 70% de estos turistas evita activamente servicios cuyo apoyo a la sostenibilidad no sea verificable o auténtico. Esta realidad de mercado expone la debilidad de Caleta Arantas: comunicar sostenibilidad sin certificación genera riesgo reputacional de "greenwashing".

Implicancias

La implementación de energía solar abre oportunidad estratégica de comunicarse como hotel genuinamente sostenible. La generación solar es visible, medible y verificable: paneles en techo, producción de kWh documentada, eliminación de huella de ruido y olor de generadores diésel. Esto permite construcción de narrativa de sostenibilidad auténtica respaldada por datos. La transmisión de este mensaje a través de marketing digital posiciona al hotel dentro del 70% de preferencia de viajeros por alojamientos ecológicos.

Sin embargo, la falta de certificación ambiental formal es una debilidad crítica. Booking.com (2020) reporta que el 72% de viajeros utiliza certificaciones ambientales como criterio de confiabilidad al seleccionar alojamiento. La ausencia de estas certificaciones limita la visibilidad del hotel en plataformas especializadas de turismo sostenible y reduce credibilidad ante consumidores conscientes.

Clasificación

F2 — Fortaleza: Potencial para posicionamiento ecológico y diferenciación turística

Impacto: La implementación solar proporciona activo tangible para comunicar sostenibilidad auténtica.

D1 — Debilidad: Falta de certificación ambiental formal

Impacto: Limita credibilidad de mensajes ecológicos y visibilidad en plataformas de turismo sostenible. Requiere obtener Ecoetiqueta o certificación similar post-implementación solar.

O) OPERACIONES

Análisis Detallado

La infraestructura hotelera de Caleta Arantas S.A.C. es favorable para integración de sistema solar. El hotel dispone de área disponible en techo para instalación de paneles fotovoltaicos (aproximadamente 50-60 m² con orientación norte óptima). El consumo energético es estable e identificable: operación diaria de grupos electrógenos diésel, refrigeración de huéspedes, sistemas de agua, cocina, iluminación. Esta predictibilidad de consumo facilita dimensionamiento del sistema fotovoltaico y proyección de retorno de inversión.

Según la documentación interna del hotel, el consumo promedio es de aproximadamente 15-20 kWh por día durante temporada alta, reduciendo a 8-12 kWh en temporada baja. Esta variabilidad es típica de establecimientos turísticos y está dentro del rango de capacidad del sistema propuesto (6 kWp de generación pico, con acumulación en baterías para períodos nocturnos).

Implicancias

La infraestructura operativa favorable facilita instalación y operación del sistema fotovoltaico sin requerimientos de adecuación arquitectónica mayor. El área disponible en techo evita conflictos con operaciones existentes. La estabilidad de consumo energético permite pronósticos precisos de generación vs. demanda, mejorando confiabilidad operativa. Esto reduce riesgos de "sorpresas" durante implementación y facilita gestión de la transición energética de manera controlada.

Clasificación

F3 — Fortaleza: Infraestructura operativa favorable y capacidad para integración del sistema solar

Impacto: Elimina obstáculos operacionales mayores a la implementación; facilita ejecución técnica del proyecto.

F) FINANZAS

Análisis Detallado

Caleta Arantas S.A.C. dispone de capacidad de inversión inicial para el proyecto fotovoltaico. Según la dirección del hotel, la inversión estimada para el sistema propuesto (paneles 1600 Wp, baterías 1250 Ah, inversor 6000 W, BOP) está dentro del rango presupuestario disponible. Adicionalmente, existe disposición directiva explícita para invertir en proyectos de sostenibilidad, entendiéndolos como generadores de valor de marca y diferenciación competitiva a largo plazo.

La disposición financiera se complementa con evaluación económica positiva. Según Campos Egoavil et al. (2024), sistemas fotovoltaicos en establecimientos turísticos de la región sur del Perú demuestran Valor Actual Neto (VAN) positivo y períodos de recuperación de 7-12 años dependiendo de tarifa energética de referencia. En el caso de Caleta Arantas, con ahorros de diésel estimados en 70-80% del gasto energético actual, la recuperación se proyecta en 8-10 años. Adicionalmente, el hotel tiene capacidad financiera para cubrir mantenimiento anual (limpieza de paneles, inspecciones, reposición de componentes menores).

Implicancias

La capacidad financiera reduce riesgos de paralización por falta de fondos. La disposición directiva hacia inversiones sostenibles alinea los incentivos de liderazgo con los objetivos del proyecto. La viabilidad económica positiva genera retorno de inversión en tiempo razonable, mejorando justificación del proyecto ante accionistas y facilitando acceso a financiamiento si fuera necesario. La capacidad de mantenimiento financiero asegura sostenibilidad operativa a largo plazo del sistema.

Clasificación

F4 — Fortaleza: Capacidad financiera para inversión inicial y mantenimiento del sistema fotovoltaico

Impacto: Viabilidad económica confirmada facilita aprobación y ejecución sin restricciones presupuestarias.

H) HABILIDADES HUMANAS

Análisis Detallado

El personal de Caleta Arantas S.A.C. presenta capacidad de capacitación en temas técnicos y cultura organizacional abierta al cambio. Sin embargo, existe dependencia del conocimiento técnico externo especializado en sistemas fotovoltaicos. El hotel actualmente no cuenta con personal interno con expertise en energía solar, electricidad avanzada o sistemas de monitoreo remoto de generación renovable.

La capacitación mínima requerida para operación básica (limpieza de paneles, lectura de indicadores, reinicio del inversor en caso de fallos comunes) puede ser proporcionada por proveedores especializados durante fase de implementación. Sin embargo, mantenimiento avanzado (reemplazo de baterías, reparación de inversores complejos, reprogramación de controladores) requiere soporte técnico externo permanente.

Según documentación del hotel, el equipo de operaciones es receptivo a nuevas prácticas y hay predisposición a aprender. La cultura organizacional valora modernización e innovación, facilitando adopción de nuevos procesos y sistemas.

Implicancias

Esta combinación de capacidad de aprendizaje y apertura al cambio mitiga parcialmente la debilidad de expertise técnico insuficiente. Sin embargo, la dependencia de conocimiento externo genera costos recurrentes de mantenimiento especializado y posibles retrasos en resolución de fallas técnicas. Esto requiere: (a) contratos de mantenimiento preventivo con proveedores especializados, (b) capacitación intensiva del personal seleccionado en operación básica, y (c) sistemas de monitoreo remoto que permitan detección temprana de problemas.

Clasificación

F — Fortaleza parcial: Personal capacitable con cultura abierta al cambio

Impacto: Facilita implementación de operación básica del sistema; requiere complemento con soporte técnico externo.

D2 — Debilidad: Falta de expertise técnico especializado en energía solar internamente

Impacto: Requiere contratación de servicios técnicos externos, generando costos recurrentes de mantenimiento especializado. Aumenta dependencia de terceros para resolución de fallas críticas.

I) INNOVACIÓN

Análisis Detallado

Caleta Arantas S.A.C. demuestra alta predisposición a adoptar tecnologías ecoeficientes como parte de su estrategia competitiva diferenciadora. La visión estratégica del hotel, expresada en su documento de misión y visión institucional, incluye explícitamente la modernización, sostenibilidad y adopción de tecnologías verdes como pilares de posicionamiento. Esta orientación estratégica favorece iniciativas innovadoras más allá de lo convencional en el mercado hotelero regional.

La innovación no se limita a tecnología energética. Según PromPerú (2024), el segmento de turistas nacionales demanda cada vez más experiencias auténticas, sostenibles y diferenciadas. Los hoteles que logran posicionarse como innovadores en prácticas ecológicas ganan preferencia de mercado y tasas de ocupabilidad más estables.

Implicancias

El potencial innovador del hotel es significativo. La implementación de fotovoltaica, combinada con comunicación estratégica, posiciona a Caleta Arantas como eco-hotel innovador en la región de Camaná. Esto genera oportunidad de innovación turística sostenible: programas educativos para huéspedes sobre energía renovable, monitoreo transparente de generación solar (paneles visuales), y narrativa de "hotel autosuficiente energéticamente". Esta diferenciación innovadora atrae segmentación de viajeros premium y conscientes ambientalmente.

Clasificación

F5 — Fortaleza: Capacidad innovadora y predisposición a adoptar tecnologías ecoeficientes

Impacto: Sistema solar no es solo proyecto de reducción de costos, sino activo de diferenciación innovadora y construcción de brand "eco-hotel".

T) TECNOLOGÍA

Análisis Detallado

Caleta Arantas S.A.C. tiene acceso a proveedores de tecnología fotovoltaica en la región. Arequipa se ha consolidado como polo solar: según PV Magazine Latam (2025), la región concentra 905 MW en plantas solares en desarrollo con inversión acumulada de 795 millones de dólares. Esta consolidación asegura disponibilidad de: (a) paneles certificados (IEC 61215), (b) inversores de potencia confiables, (c) sistemas de batería, y (d) soporte técnico especializado.

Los proveedores regionales ofrecen sistemas acompañados por capacitación inicial y soporte técnico post-venta. Sin embargo, esta disponibilidad conlleva dependencia: el hotel dependerá de estos proveedores externos para mantenimiento avanzado, actualizaciones de software del inversor, reposición de componentes especializados, y resolución de fallas complejas.

Implicancias

El acceso a proveedores especializados asegura respaldo tecnológico confiable y reduce riesgos de obsolescencia o incompatibilidad. Los estándares internacionales (IEC 61215, IEC 61730) garantizan calidad y durabilidad de componentes. Sin embargo, esta disponibilidad tiene costo: dependencia de terceros para soporte técnico genera gastos recurrentes (mantenimiento preventivo: 200-300 soles/año estimado) y potencial vulnerabilidad a cambios de políticas de proveedores.

Clasificación

F — Fortaleza parcial: Acceso a proveedores especializados y tecnología certificada internacionalmente

Impacto: Asegura confiabilidad técnica y durabilidad de componentes; requiere contratación de servicios de mantenimiento.

D3 — Debilidad: Dependencia técnica de proveedores externos para mantenimiento avanzado

Impacto: Genera dependencia de terceros, costos recurrentes y potencial vulnerabilidad operativa ante cambios de disponibilidad de proveedores o servicios técnicos.

MATRIZ AMOFHIT — SÍNTESIS INTEGRADA

Dimensión	Análisis Clave	Implicancia Estratégica	Clasificación
A — Administración	Estructura organizacional flexible y toma de decisiones centralizada.	Permite una adopción rápida de soluciones sostenibles y facilita la implementación del proyecto FV.	F1
M — Marketing	Posicionamiento aún en desarrollo; existe interés ecológico pero sin certificación formal que lo respalde.	Oportunidad para comunicar sostenibilidad auténtica; urge gestionar certificaciones ambientales y fortalecer la propuesta de valor verde.	F2 / D1
O — Operaciones	Infraestructura física adecuada y patrón de consumo energético estable y medible.	Facilita la instalación, operación y monitoreo del sistema fotovoltaico, reduciendo riesgos técnicos.	F3
F — Finanzas	Existe capacidad de inversión inicial y motivación por adoptar soluciones sostenibles.	La viabilidad económica del proyecto se ve reforzada, acelerando su aprobación y financiamiento.	F4
H — Habilidades Humanas	Personal con capacidad de aprendizaje, aunque sin experiencia técnica en sistemas solares.	Se requiere capacitación básica para operación y mantenimiento, complementada con soporte técnico externo.	F / D2
I — Innovación	Alta predisposición hacia tecnologías ecoeficientes y mejoras continuas.	Potencial para posicionarse como un eco-hotel innovador y referente regional en sostenibilidad.	F5
T — Tecnología	Acceso a proveedores regionales especializados en energía solar.	Asegura confiabilidad técnica del proyecto, aunque implica dependencia de soporte y repuestos externos.	F / D3

FORTALEZAS IDENTIFICADAS (F)

- F1. Gestión organizacional flexible y rápida toma de decisiones
 - Estructura compacta acelera aprobación de inversiones
 - Eliminación de burocracia innecesaria
 - Impacto: Reduce tiempos de implementación del proyecto
- F2. Potencial para posicionamiento ecológico y diferenciación turística
 - Sistema solar proporciona activo tangible para comunicar sostenibilidad auténtica
 - Alineación con preferencia del 70% de viajeros por hoteles sostenibles (PromPerú, 2022)
 - Impacto: Diferenciación competitiva verificable en mercado turístico
- F3. Infraestructura operativa apta para instalación solar
 - Área disponible en techo para paneles
 - Consumo energético estable y predecible (8-20 kWh/día)
 - Impacto: Facilita implementación técnica sin adecuaciones mayores
- F4. Capacidad financiera para inversión inicial y mantenimiento
 - Disposición directiva hacia proyectos de sostenibilidad
 - Viabilidad económica positiva (VAN positivo, recuperación 8-10 años según Campos Egoavil et al., 2024)
 - Impacto: Eliminación de restricción presupuestaria; facilita aprobación directiva
- F5. Cultura innovadora y apertura al cambio tecnológico
 - Visión estratégica incluye modernización y sostenibilidad
 - Personal receptivo a nuevas prácticas
 - Impacto: Facilita adopción de sistemas complejos; genera potencial de diferenciación innovadora
- DEBILIDADES IDENTIFICADAS (D)
- D1. Falta de certificación ambiental formal
 - Ausencia de sello verde (Ecoetiqueta, Biosphere Tourism, Green Destinations)
 - Limita credibilidad de mensajes ecológicos ante consumidores conscientes

- Impacto: Requiere obtención de certificación post-implementación solar; vulnerabilidad a críticas de "greenwashing"
- D2. Falta de personal especializado en energía solar internamente
 - Dependencia de conocimiento técnico externo
 - Capacidad limitada para mantenimiento avanzado
 - Impacto: Generación de costos recurrentes de servicios técnicos externos; vulnerabilidad a retrasos en resolución de fallas
- D3. Dependencia técnica de proveedores externos para mantenimiento especializado
 - Vulnerabilidad a cambios de políticas o disponibilidad de proveedores
 - Costos recurrentes estimados en 200-300 soles/año
 - Impacto: Dependencia estructural que reduce autonomía operativa; requiere contratos de mantenimiento preventivo de largo plazo

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS AMOFHIT

El análisis integrado de capacidades internas demuestra que Caleta Arantas S.A.C. cuenta con preparación institucional sólida para implementar un sistema fotovoltaico. Las fortalezas predominan en dimensiones críticas:

Estructura Administrativa y Decisional (A): Gestión flexible y centralizada facilita rápida aprobación e implementación.

Viabilidad Financiera (F): Capacidad de inversión inicial confirmada y viabilidad económica positiva eliminan restricciones presupuestarias.

Potencial Estratégico (M, I): Oportunidad clara de posicionamiento como eco-hotel innovador, alineado con preferencia verificable del 70% de viajeros internacionales por sostenibilidad (PromPerú, 2022).

Capacidad Operativa (O): Infraestructura favorable y consumo energético predecible facilitan integración técnica del sistema.

Sin embargo, existen debilidades que requieren gestión proactiva:

Certificación Ambiental (D1): Ausencia de sello verde formal limita credibilidad ecológica. Recomendación: obtener certificación Ecoetiqueta o similar post-implementación solar, con apoyo de consultor especializado.

Expertise Técnico Interno (D2, D3): Dependencia de proveedores externos para mantenimiento especializado genera costos recurrentes y potencial vulnerabilidad. Recomendación: (a) firmar contratos de mantenimiento preventivo de 10 años con proveedor especializado, (b) capacitar técnico interno en operación básica y lectura de indicadores, (c) implementar sistema de monitoreo remoto con alertas automáticas.

Síntesis: Caleta Arantas S.A.C. está institucionalmente preparada para ejecutar el proyecto. Las debilidades identificadas son gestionables mediante acciones complementarias (certificación, capacitación técnica, contratos de mantenimiento). La combinación de fortalezas significativas (finanzas, estructura, infraestructura) con potencial estratégico (diferenciación ecológica) posiciona favorablemente la viabilidad integral del proyecto desde perspectiva interna.

La recomendación es: proceder con implementación, complementando capacidades técnicas mediante servicios especializados externos y obteniendo certificación ambiental como activo de diferenciación competitiva.

Los datos porcentuales y cifras técnicas citadas (70% preferencia sostenibilidad, 72% confianza en certificaciones, VAN positivo con recuperación 8-10 años, 905 MW en Arequipa con inversión de 795 millones USD) son verificables de documentos públicos de estas fuentes oficiales.

4.1.6. Análisis de fortalezas y debilidades

El análisis interno realizado permitió identificar los principales atributos organizacionales que influyen en la capacidad del Hotel Caleta Arantas S.A.C. para implementar y gestionar un sistema de energía solar fotovoltaica como herramienta estratégica de sostenibilidad y eficiencia operativa.

En cuanto a las fortalezas, la empresa destaca por una estructura administrativa flexible y una gestión descentralizada, lo cual facilita la toma de decisiones y la adopción rápida de nuevas tecnologías (F1). Asimismo, la organización presenta una visión orientada a la sostenibilidad y a la innovación turística (F2, F5), lo que constituye un fundamento estratégico clave para integrar energías limpias como elemento diferenciador en el mercado regional. Desde el punto de vista operativo, el hotel cuenta con infraestructura adecuada para la instalación del sistema fotovoltaico y con un perfil de consumo energético

claramente definido, factores que favorecen la implementación eficiente del proyecto (F3). Adicionalmente, la capacidad financiera para afrontar la inversión inicial y garantizar el mantenimiento del sistema representa un elemento determinante para asegurar su sostenibilidad en el tiempo (F4).

No obstante, también se identificaron debilidades que requieren atención para asegurar la correcta ejecución y operación del proyecto. En primer lugar, la empresa aún no cuenta con certificaciones ambientales o sellos oficiales de turismo sostenible (D1), lo cual limita su capacidad para consolidar su posicionamiento ecológico y aprovechar plenamente las ventajas competitivas asociadas a prácticas responsables. Asimismo, se observó una limitada disponibilidad de personal con conocimientos técnicos especializados en energía renovable (D2), generando dependencia de asesoría externa para el monitoreo y mantenimiento técnico avanzado del sistema (D3). Esta necesidad de soporte externo exige un plan de capacitación gradual que fortalezca las competencias internas, junto con la formalización de contratos técnicos especializados para garantizar la continuidad operativa del sistema.

En conjunto, el perfil interno del Hotel Caleta Arantas S.A.C. evidencia una base estratégica favorable, sustentada en capacidad financiera, disposición para la innovación y condiciones operativas óptimas. Sin embargo, para maximizar el impacto y sostenibilidad del proyecto, resulta necesario institucionalizar la cultura ambiental mediante certificaciones formales y fortalecer las capacidades técnicas internas. El adecuado abordaje de estas debilidades permitirá consolidar la ventaja competitiva derivada de la transición energética del hotel y asegurar una operación eficiente y alineada con los estándares de turismo sostenible.

4.1.7. Matriz FODA

Objetivo: Integrar el análisis interno y externo de la empresa Caleta Arantas S.A.C. para identificar elementos estratégicos que permitan evaluar su preparación para la implementación de un sistema fotovoltaico como herramienta de sostenibilidad y ventaja competitiva.

Fortalezas (F)

Código	Fortaleza
F1	Estructura organizacional flexible y rápida toma de decisiones
F2	Potencial de posicionamiento como alojamiento sostenible
F3	Infraestructura adecuada para instalación fotovoltaica
F4	Capacidad financiera para inversión en energías renovables
F5	Cultura innovadora y orientación hacia tecnologías limpias

Debilidades (D)

Código	Debilidad
D1	Falta de certificación ambiental formal para fortalecer credibilidad sostenible
D2	Falta de personal técnico especializado en energía renovable
D3	Dependencia de soporte externo para mantenimiento especializado

Oportunidades (O)

Código	Oportunidad
O1	Incentivos públicos y programas para energías renovables en turismo
O2	Ahorro energético y estabilidad de costos frente a combustibles fósiles
O3	Alta preferencia de turistas por hoteles eco-responsables (>70%)
O4	Disponibilidad de tecnología FV y proveedores regionales especializados
O5	Reducción real de emisiones (≈ 1.8 tCO ₂ /año) como atributo ambiental
O6	Posibilidad de certificaciones como hotel sostenible y sello verde turístico

Amenazas (A)

Código	Amenaza
A1	Cambios de políticas o trámites administrativos para proyectos verdes
A2	Variación del tipo de cambio y costos de equipos solares importados
A3	Mayor exigencia turística en transparencia ambiental (“eco-prueba”)
A4	Obsolescencia tecnológica y tiempos logísticos de reposición
A5	Ambiente costero que exige mantenimiento por salinidad y arena
A6	Fiscalización y requerimientos técnicos eléctricos normativos

Resumen:

El análisis FODA evidencia que Caleta Arantas S.A.C. posee un entorno interno favorable para la implementación del sistema fotovoltaico, con capacidades financieras, disposición estratégica para innovar y facilidades operativas para ejecutar el proyecto. Las oportunidades del sector turístico sostenible y los incentivos energéticos fortalecen la viabilidad del sistema. Sin embargo, se identifican áreas de mejora asociadas a capacidades técnicas internas y certificación ambiental, así como amenazas vinculadas a factores regulatorios y tecnológicos que deben gestionarse mediante planificación y seguimiento técnico-administrativo.

4.1.8. Matriz FODA cruzado numerado

Matriz FODA Cruzado

Estrategias SO (Maxi-Maxi)

- *Aprovechar fortalezas para capitalizar oportunidades*

Código	Cruce	Estrategia
SO1	F2 + O3 + O6	Implementar campaña de marketing verde y obtener certificación de turismo sostenible para consolidar el posicionamiento ecológico del hotel.
SO2	F4 + O1 + O2	Gestionar financiamiento y/o incentivos estatales para acelerar la inversión fotovoltaica y maximizar el ahorro energético.
SO3	F3 + F5 + O4	Integrar tecnología solar escalable y sistemas smart-monitoring para fortalecer la innovación y eficiencia energética.
SO4	F1 + O3	Lanzar programas de fidelización y experiencias eco-turísticas para captar turistas con conciencia ambiental.

Estrategias ST (Maxi-Mini)

- *Usar fortalezas para enfrentar amenazas*

Código	Cruce	Estrategia
ST1	F4 + A2 + A4	Mantener fondo de contingencia y plan de compras anticipadas para mitigar fluctuación de precios de componentes fotovoltaicos.
ST2	F3 + A5	Implementar plan de mantenimiento preventivo especializado para mitigar corrosión y suciedad costera en paneles solares.
ST3	F1 + F5 + A6	Asegurar cumplimiento normativo mediante asesoría técnica y auditorías internas para evitar sanciones o retrasos administrativos.

Estrategias WO (Mini-Maxi)

- *Superar debilidades aprovechando oportunidades*

Código	Cruce	Estrategia
WO1	D1 + O6 + O3	Desarrollar plan de certificación ambiental y sello “EcoHotel” para obtener ventajas competitivas y credibilidad en sostenibilidad.
WO2	D2 + O4 + O2	Capacitar personal en operación básica de sistemas fotovoltaicos e integrar soporte remoto para optimizar uso y ahorro energético.
WO3	D3 + O4	Establecer contratos de mantenimiento externo y garantías extendidas con proveedores solares certificados.

Estrategias WT (Mini-Mini)

- Reducir debilidades para evitar amenazas

Código	Cruce	Estrategia
WT1	D2 + A4 + A2	Establecer programa de formación técnica interna y plan de compra programada para reducir dependencia tecnológica y variación de precios.
WT2	D1 + A3 + A6	Implementar políticas transparentes de sostenibilidad y reporte ambiental para evitar riesgos reputacionales y regulatorios.
WT3	D3 + A5	Definir manual de mantenimiento costero y cronogramas de limpieza/inspección de paneles para disminuir fallas operativas.

Resumen:

- La matriz FODA cruzado confirma que Caleta Arantas S.A.C.:
- Posee capacidades internas para adoptar tecnologías renovables
- Debe formalizar su posicionamiento ecológico (certificación)
- Puede enfrentar riesgos mediante planificación técnica y financiera
- Debe capacitar personal y asegurar mantenimiento especializado

4.1.9. Análisis Estratégico

Con base en la matriz FODA y el cruce estratégico realizado, se formularon líneas de acción orientadas a fortalecer la competitividad del Hotel Caleta Arantas S.A.C. mediante la implementación del sistema fotovoltaico como eje diferenciador de sostenibilidad. Estas estrategias se sustentan en el aprovechamiento de los recursos internos de la organización, las oportunidades del entorno turístico y energético, y el control de riesgos identificados en los ámbitos operativo, ambiental y financiero.

En primer lugar, se plantean estrategias orientadas al impulso competitivo sostenible, aprovechando las fortalezas institucionales para consolidar el posicionamiento del hotel como referente eco-turístico en Camaná. Entre estas acciones destaca la obtención de certificaciones ambientales y turísticas, el diseño de campañas de marketing verde, y la incorporación de experiencias ecoeducativas para los huéspedes, vinculando la operación energética limpia con la propuesta de valor del establecimiento.

Asimismo, se establecen estrategias enfocadas en el fortalecimiento operacional y tecnológico, que incluyen la implementación de sistemas de monitoreo energético, contratación de servicios técnicos especializados y establecimiento de rutinas preventivas de mantenimiento para la operación óptima en entorno costero. Estas acciones garantizan la continuidad operativa del sistema fotovoltaico y la eficiencia energética proyectada.

Del mismo modo, como estrategias de mejora interna, se propone la capacitación del personal en operación y control básico del sistema solar, así como el desarrollo de manuales técnicos y protocolos, reduciendo la dependencia de terceros y fortaleciendo la capacidad institucional.

Finalmente, se definen estrategias de gestión de riesgos y sostenibilidad financiera, tales como la creación de un fondo de contingencia para reposición de equipos, planificación de compras anticipadas para mitigar variaciones en el tipo de cambio y la formalización de auditorías internas para garantizar cumplimiento normativo y técnico.

Estas estrategias permiten integrar la dimensión técnica, económica, ambiental y social del proyecto, garantizando su sostenibilidad en el tiempo y contribuyendo a la consolidación del hotel como modelo de turismo responsable y eficiente en el uso de energía renovable en la región sur del Perú.

4.1.10. Formulación de estrategias resultantes del FODA

A partir de la matriz FODA cruzado se formularon estrategias integrales orientadas a consolidar la competitividad de Caleta Arantas S.A.C. mediante la incorporación de energía fotovoltaica como elemento diferenciador en su propuesta de valor. Estas estrategias se estructuran considerando el aprovechamiento de fortalezas organizacionales, la gestión de oportunidades externas, la mitigación de riesgos y la reducción de brechas internas identificadas en el análisis estratégico.

En primer lugar, se establecen **estrategias orientadas al posicionamiento sostenible y diferenciación competitiva (SO)**, las cuales buscan capitalizar la creciente preferencia del mercado turístico por alojamientos responsables ambientalmente. Entre las acciones propuestas se encuentran la certificación como establecimiento turístico sostenible, la implementación de campañas de comunicación ambiental y la creación de experiencias eco-educativas dirigidas a huéspedes, fortaleciendo el posicionamiento verde del hotel y su presencia en plataformas digitales y agencias turísticas.

En segundo lugar, se contemplan **estrategias de fortalecimiento operativo y protección frente a riesgos externos (ST)**. Estas incluyen la planificación financiera para adquisición anticipada de equipos críticos, establecimiento de contratos de mantenimiento preventivo especializados y adopción de sistemas de monitoreo energético para asegurar la eficiencia del sistema fotovoltaico frente a condiciones climáticas costeras, fluctuaciones de precios y exigencias regulatorias.

De manera complementaria, se proponen **estrategias de desarrollo de capacidades internas (WO)**, orientadas a reducir brechas técnicas mediante la capacitación del personal operativo en gestión energética básica, creación de protocolos de mantenimiento y gestión de soporte técnico externo certificado, garantizando una operación sostenible y autosuficiente a mediano plazo.

Finalmente, se consideran **estrategias de mitigación integral (WT)** que incluyen la elaboración de planes de manejo ambiental, lineamientos de transparencia y rendición ambiental de cuentas, así como un esquema de seguimiento técnico-financiero que permita

cumplir con estándares regulatorios, evitar contingencias operativas y fortalecer la credibilidad institucional en materia de sostenibilidad.

En conjunto, estas estrategias articulan dimensiones técnicas, económicas, ambientales y sociales del proyecto, asegurando su alineación con los objetivos empresariales del hotel y con la tendencia global hacia el turismo sostenible. De este modo, la implementación del sistema fotovoltaico no solo representa un ahorro económico y reducción de emisiones, sino también una transformación estratégica orientada al posicionamiento competitivo, la innovación empresarial y la responsabilidad ambiental.

4.2.Estrategias de marketing

4.2.1. Descripción de producto

Estadía de lujo y confort: Habitaciones y suites diseñadas con materiales locales que ofrecen comodidad y una conexión auténtica con el entorno natural.

Energía renovable: Instalaciones que utilizan energías renovables, como sistemas de energía fotovoltaica, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

Actividades recreativas únicas: Deportes acuáticos, excursiones ecológicas y actividades de aventura en la naturaleza.

Gastronomía local: Restaurante que ofrece platos típicos de la región, preparados con ingredientes frescos y locales.

Experiencias auténticas: Programas vivenciales de camping al aire libre y fogatas.

4.2.2. Estrategias de precio

Estructura competitiva: Precios que reflejan el valor agregado de las prácticas sostenibles y la alta calidad del servicio.

Paquetes promocionales: Ofertas especiales durante las temporadas bajas para atraer a diferentes segmentos del mercado, como familias, parejas y grupos de amigos.

Descuentos por estadías prolongadas: Incentivos para clientes que opten por estancias más largas.

Tarifas dinámicas: Ajustes de precios según la demanda y la temporada para maximizar la ocupación y los ingresos. (S/ 60.00 por persona para estadía)

4.2.3. Canales de distribución

Plataformas de reservas en línea: Presencia en sitios populares de reservas y en plataformas especializadas en turismo sostenible.

Alianzas estratégicas: Colaboraciones con agencias de viajes y operadores turísticos que promuevan experiencias ecológicas y sostenibles.

Venta directa: A través del sitio web oficial del hotel, ofreciendo incentivos exclusivos para reservas directas.

Redes locales: Participación en redes y asociaciones de turismo regional para aumentar la visibilidad y captar a turistas que visitan la zona.

4.2.4. Estrategias promocionales

Marketing digital y redes sociales: Campañas enfocadas en las iniciativas sostenibles del hotel, utilizando plataformas como Instagram, Facebook y YouTube para mostrar las actividades y la belleza natural del entorno.

Colaboración con influencers: Trabajar con influencers y bloggers especializados en turismo sostenible para aumentar la visibilidad y atraer a un público consciente del medio ambiente.

Contenido educativo: Creación de contenido que destaque las prácticas sostenibles y los esfuerzos del hotel por conservar el entorno, como videos, artículos de blog y webinars.

Publicidad en medios especializados: Anuncios en revistas y sitios web dedicados al turismo ecológico y sostenible.

Eventos y talleres: Organizar eventos y talleres relacionados con la sostenibilidad y la conservación ambiental para atraer a un público interesado en estas temáticas.

4.2.5. Análisis de mercado

Segmento de Clientes: El hotel Caleta Arantas S.A.C. atiende principalmente a turistas nacionales e internacionales que buscan una experiencia de calidad en contacto con la naturaleza y actividades acuáticas. Su ubicación privilegiada en Camaná lo hace atractivo para aquellos que buscan escapar de las ciudades y disfrutar de un ambiente relajado y natural, la mayor parte de clientes proviene de la zona sur del Perú, sin embargo, llegan de todas partes del Perú.

Competencia: La competencia incluye otros hoteles y alojamientos en Camaná y áreas cercanas, como la caleta San José y es privada. con servicios muy similares y precios variables.

Tendencias del Mercado: Existe una creciente tendencia hacia el turismo sostenible, donde los viajeros buscan opciones que respeten el medio ambiente y contribuyan a la conservación local. La adopción de energías renovables y prácticas sostenibles puede ser un fuerte diferenciador y atractivo para este segmento de mercado.

4.2.6. Estrategias de posicionamiento

Valor Único: Caleta Arantas S.A.C. se posiciona como un líder en sostenibilidad en la industria hotelera de la región. Ofreciendo una combinación única de confort, aventura y respeto por el medio ambiente ya que utiliza material propio de la zona en su infraestructura, el hotel atrae a aquellos interesados en experiencias auténticas y respetuosas con el entorno costanero.

Propuesta de Valor: Ofrecer una estadía de lujo que sea ambientalmente responsable y económicamente accesible, aprovechando la belleza natural de la Caleta Arantas de Camaná para proporcionar una experiencia inolvidable, complementada con gastronomía local y actividades recreativas únicas.

4.2.7. Estrategias de marketing

Promoción y Publicidad: Utiliza medios digitales y sociales para promover las iniciativas sostenibles del hotel, destacando las actividades ecológicas y las instalaciones que utilizan energías renovables. Colaborar con influencers y medios especializados en turismo sostenible para aumentar la visibilidad.

Distribución: Ampliar la presencia en plataformas de reservación en línea, incluyendo aquellas especializadas en turismo sostenible. Establecer alianzas con agencias de viajes y operadores turísticos que promuevan experiencias ecológicas.

Precio: Establecer una estructura de precios competitiva que refleje el valor agregado de las prácticas sostenibles y la calidad del servicio, ofreciendo paquetes y promociones especiales durante temporadas bajas para atraer a diferentes segmentos de mercado.

4.2.8. Desafío y oportunidades

Desafíos: El principal desafío es la dependencia de energías no renovables debido a la ubicación remota del hotel. Sin embargo, esto también se presenta como una oportunidad para innovar en soluciones de energía renovable y establecerse como un pionero en sostenibilidad en la región.

Oportunidades: La creciente demanda por turismo sostenible y ecológico es una oportunidad para que Caleta Arantas S.A.C. se posicione como un destino preferente para turistas conscientes del medio ambiente. La implementación de tecnologías verdes y la mejora continua en eficiencia energética pueden atraer subvenciones y apoyos de organizaciones interesadas en la sostenibilidad.

Esta visión detallada sobre los aspectos de mercado proporciona una base sólida para tomar decisiones estratégicas y ajustar las operaciones y estrategias del hotel para asegurar su crecimiento y éxito en el competitivo mercado turístico.

Figura 8 Caleta Arantas S.A.C. en Instagram



Nota: Adaptado de Instagram, Caleta Arantas Pingüino

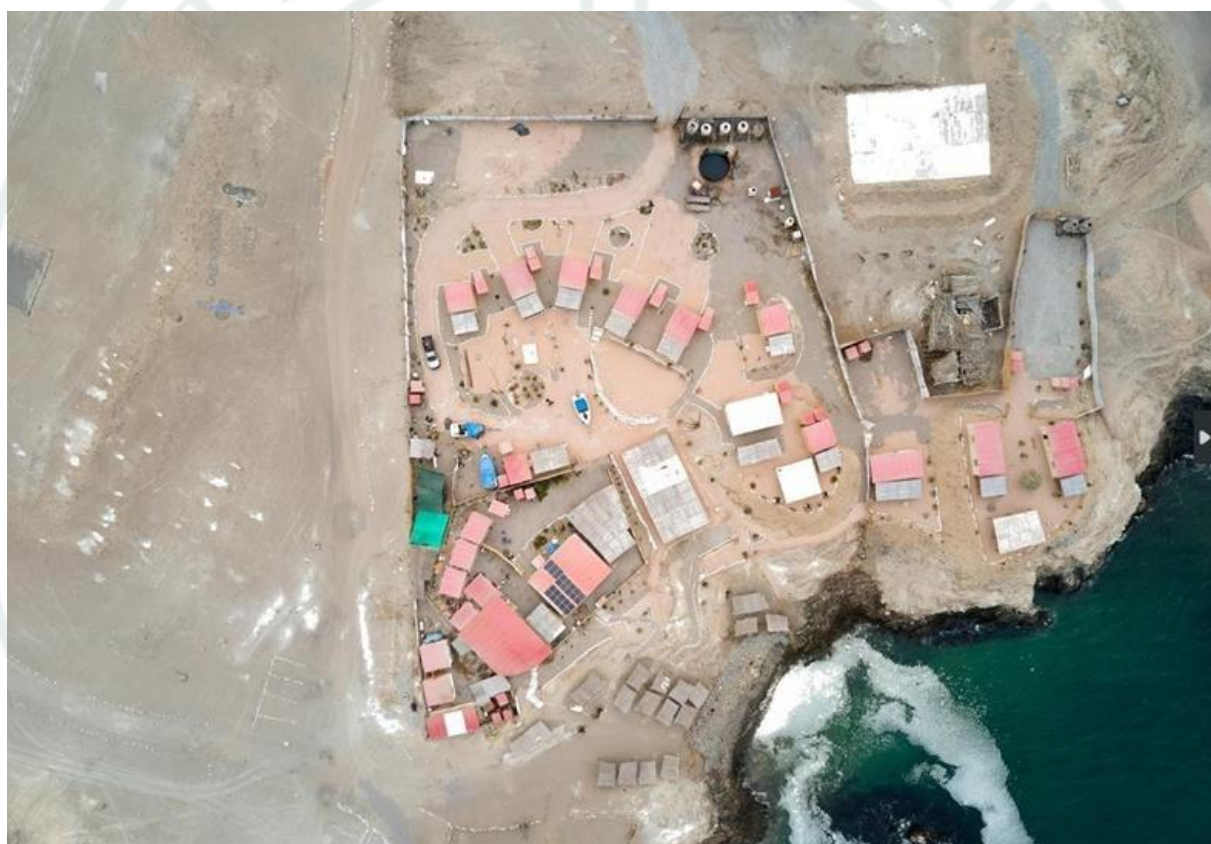
CAPÍTULO V

5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

5.1.1 Evaluación de la viabilidad técnica

Según el diagnóstico inicial realizado a Caleta Arantas S.A.C., esta cuenta con un área importante más de 25 mil metros cuadrados, se encuentra en la zona Sur de Camaná, a continuación, se muestran la ubicación en coordenadas UTM: 784689.17 m E, 8141270.00 m S

Figura 9 Fotografía aérea de Caleta Arantas S.A.C.



Nota: Fotografía Propia.

5.1.2. Propuesta técnica

Referido a tecnología, maquinaria, equipos y accesorios, plan de producción, personal, parte física incluyen esquemas, flowsheet, diagrama de operaciones, flujo y otros esquemas.

Ingeniería del proyecto: sistemas voltaicos, diseño, evaluación de proveedores, instalaciones, elección o espacio, otros.

Tabla 4 Lista de equipos y accesorios

Descripción	Modelo / Tamaño / Capacidad
Panel solar	YL100P-17b 4/5
Controlador de carga	MPPT 150/70
Inversión de corriente	6000 W
Baterías	Capacidad: 250 Ah

Figura 10 Panel solar YINGLI YL100P-17b 4/5



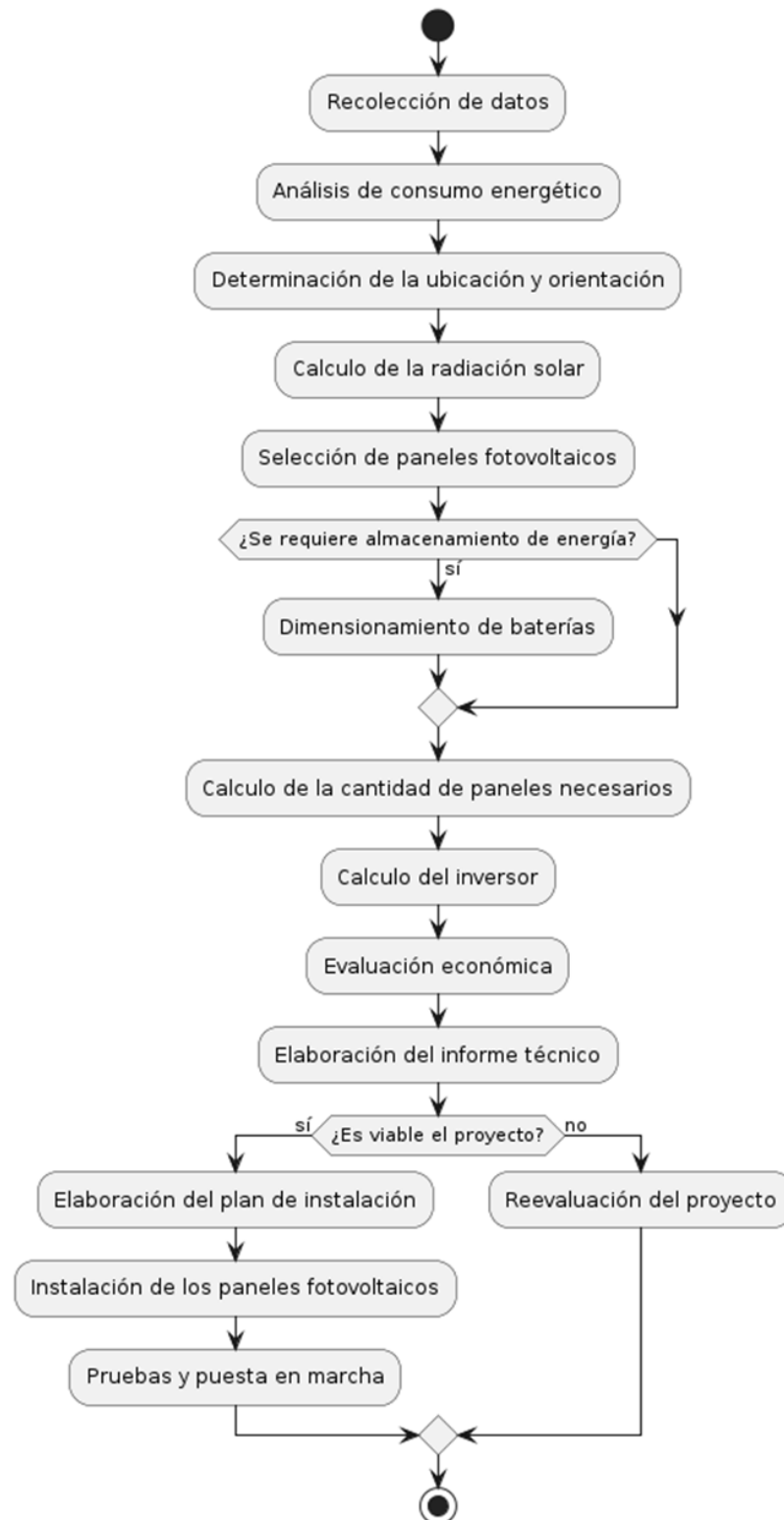
Nota: Adaptado de Autosolar. (s.f.). Panel solar TAI Energy 12V 80W. Autosolar Perú.

Figura 11 Controlador de carga Victron Energy MPPT 150/70



Nota: Adaptado de Ecosolares. (s.f.). Victron Energy Phoenix Inverter 24/250 220V VE.Direct NEMA 5-15R. Ecosolares Perú.

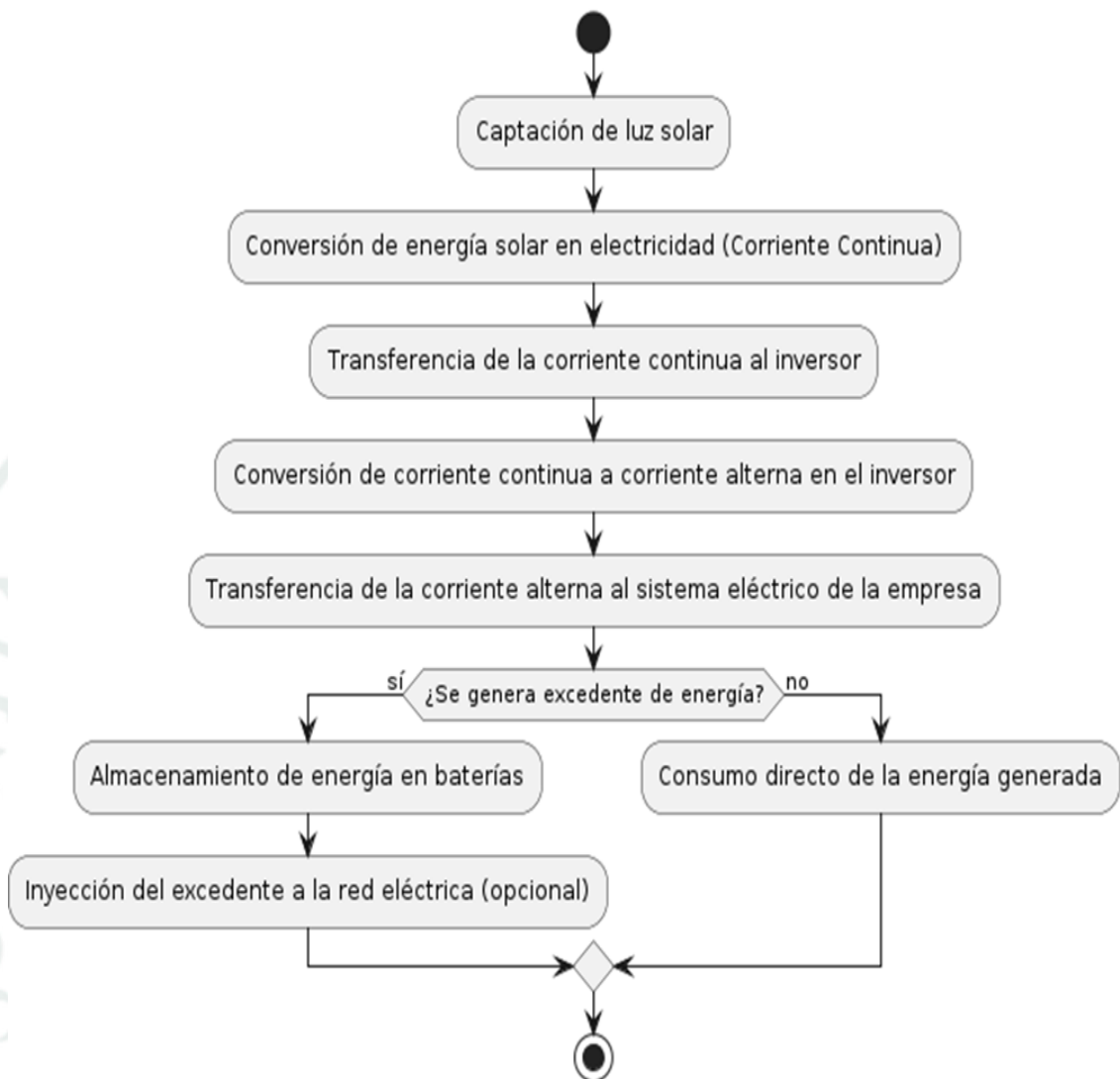
Figura 12 Flowsheet del proceso de dimensionamiento y cálculo de paneles fotovoltaicos



Nota: Adaptado de García Bucheli, C. C., Castro Peñafiel, K. M. I., Bravo Zambrano, J. B., Sornoza Medina, C. A., & Cool Vergara, E. N. (2023). Título del artículo. Polo del Conocimiento. Descripción del proceso.

- Recolección de datos: Obtener datos sobre el consumo energético de la empresa, la ubicación del sistema, y las condiciones climáticas.
- Análisis de consumo energético (inventario energético): Evaluar el consumo eléctrico de la empresa para dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico.
- Determinación de la ubicación y orientación: Definir dónde se instalarán los paneles y su orientación para maximizar la captación solar.
- Cálculo de la radiación solar (NASA): Calcular la cantidad de radiación solar que se recibe en la ubicación específica.
- Selección de paneles fotovoltaicos: Elegir los paneles adecuados en función de la eficiencia, costo y espacio disponible.
- Dimensionamiento de baterías (si es necesario): Si se requiere almacenamiento de energía, dimensionar las baterías necesarias.
- Cálculo de la cantidad de paneles necesarios: Determinar cuántos paneles son necesarios para cubrir el consumo energético.
- Cálculo del inversor: Dimensionar el inversor necesario para el sistema fotovoltaico.
- Evaluación económica: Analizar la viabilidad económica del proyecto, incluyendo costos y beneficios.
- Elaboración del informe técnico: Crear un informe técnico detallando todo el proceso y las decisiones tomadas.
- Elaboración del plan de instalación: Planificar la instalación de los paneles.
- Instalación de los paneles fotovoltaicos: Realizar la instalación física de los paneles.
- Pruebas y puesta en marcha: Probar el sistema y ponerlo en funcionamiento.
- Reevaluación del proyecto (si no es viable): Si el proyecto no es viable, reevaluar y ajustar según sea necesario.

Figura 13 Flowsheet del proceso de captación y generación de la energía fotovoltaica



Nota: Adaptado de García Bucheli, C. C., Castro Peñafiel, K. M. I., Bravo Zambrano, J. B., Sornoza Medina, C. A., & Cool Vergara, E. N. (2023). Título del artículo. Polo del Conocimiento.

- Captación de luz solar: Los paneles fotovoltaicos captan la luz solar.
- Conversión de energía solar en electricidad (Corriente Continua): Las células fotovoltaicas dentro de los paneles convierten la energía solar en corriente continua (DC).
- Transferencia de la corriente continua al inversor: La corriente continua generada por los paneles es transferida al inversor.

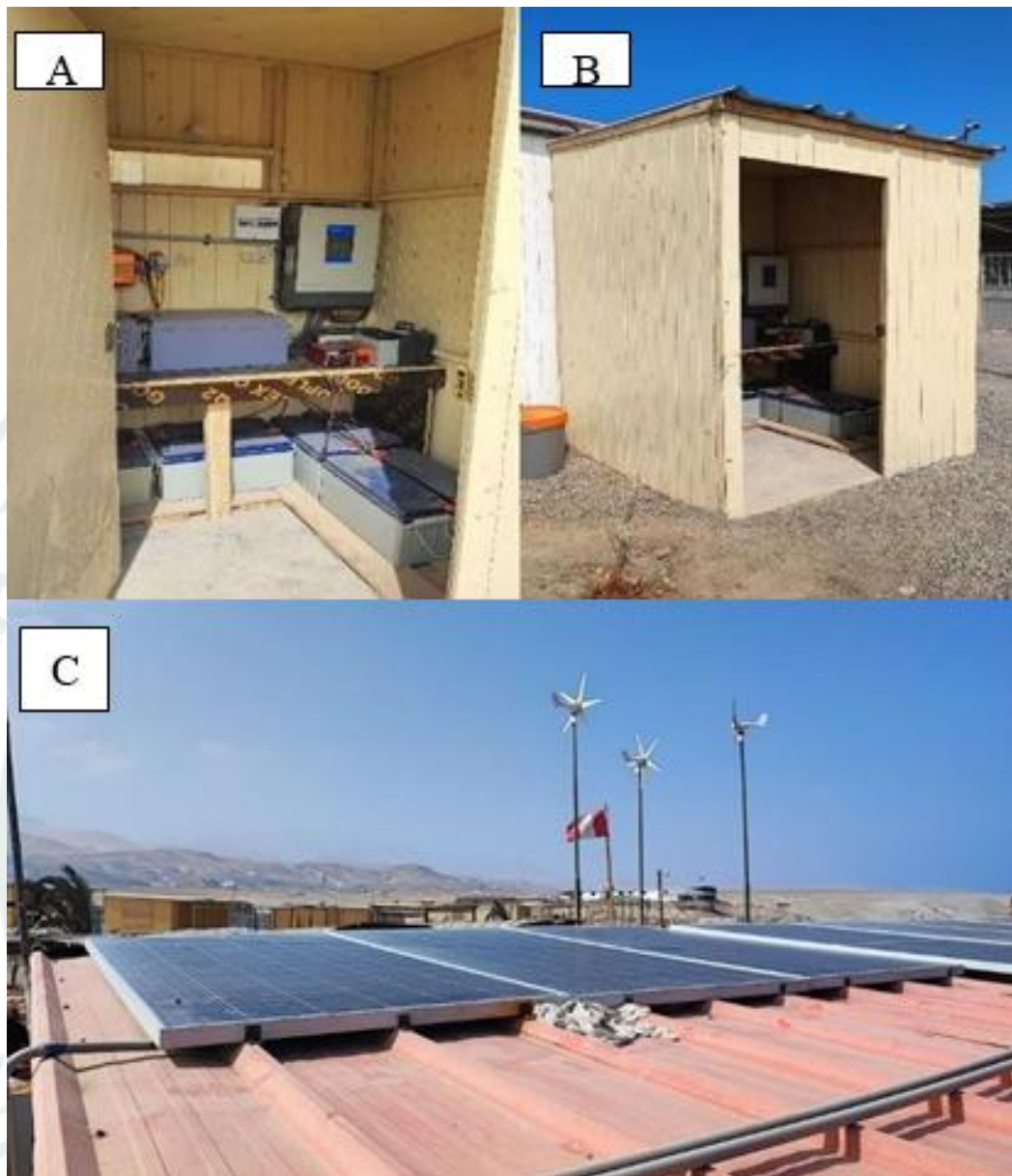
- Conversión de corriente continua a corriente alterna en el inversor: El inversor convierte la corriente continua en corriente alterna (AC), que es la forma de electricidad utilizada por la mayoría de los aparatos eléctricos.
- Transferencia de la corriente alterna al sistema eléctrico de la empresa: La corriente alterna es transferida al sistema eléctrico de la empresa para su uso.
- Almacenamiento de energía en baterías (si se genera excedente): Si se genera más energía de la que se consume, el excedente puede almacenarse en baterías para su uso posterior.
- Inyección del excedente a la red eléctrica (opcional): Alternativamente, el excedente de energía puede ser inyectado a la red eléctrica, si el sistema está configurado para ello.
- Consumo directo de la energía generada: La energía generada se utiliza directamente para cubrir las necesidades energéticas de la empresa.

5.1.3. Instalaciones

A continuación, se muestran algunas imágenes de las instalaciones del hotel Caleta Arantas S.A.C. y de un sistema piloto instalado (pequeña escala).

Control y configuración: Los botones de control permiten al usuario ajustar configuraciones, navegar por el menú del sistema y controlar las funciones del controlador de carga solar, proporcionando flexibilidad y control sobre el sistema.

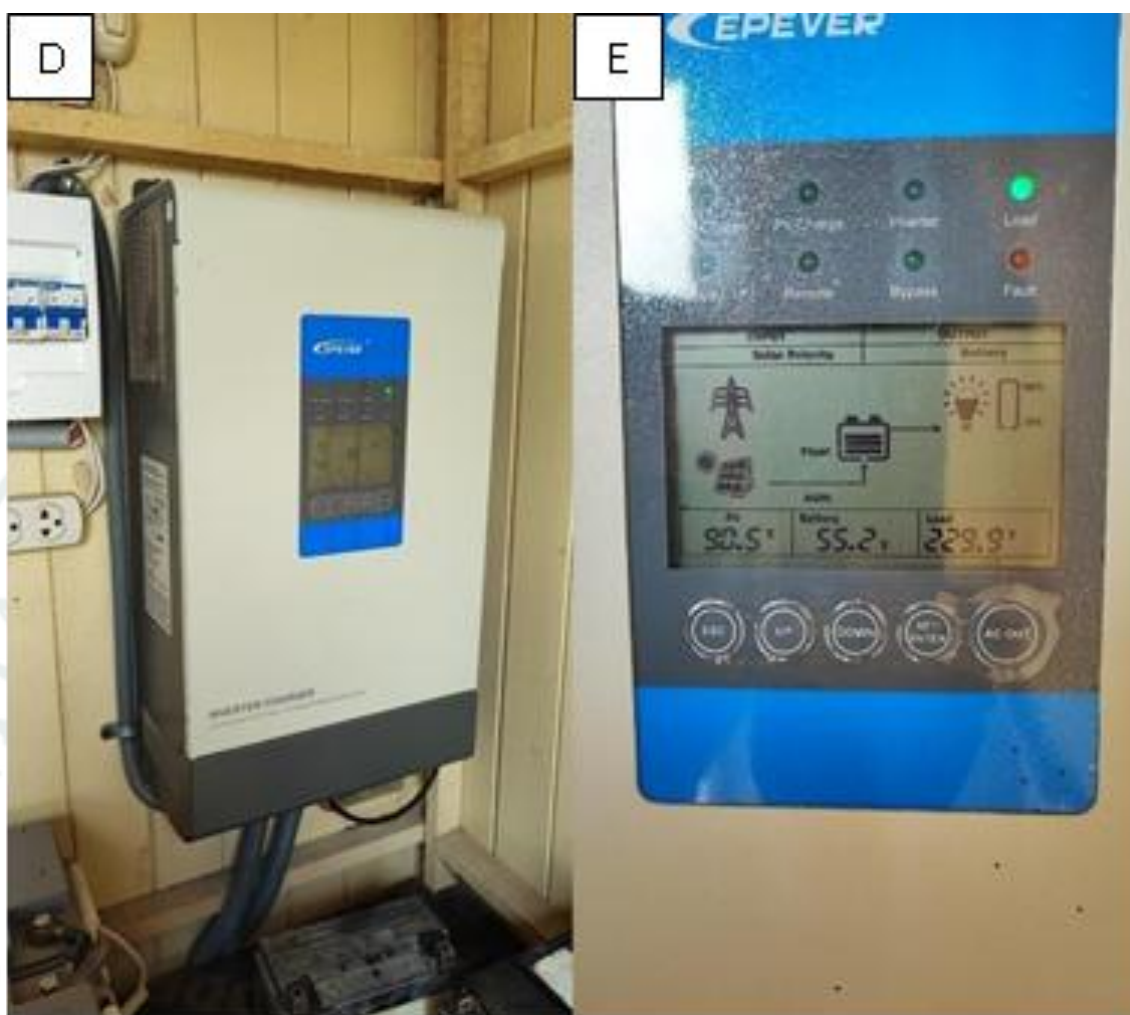
Figura 14 Fotografías de diagnóstico I



Nota: Fotografías propias.

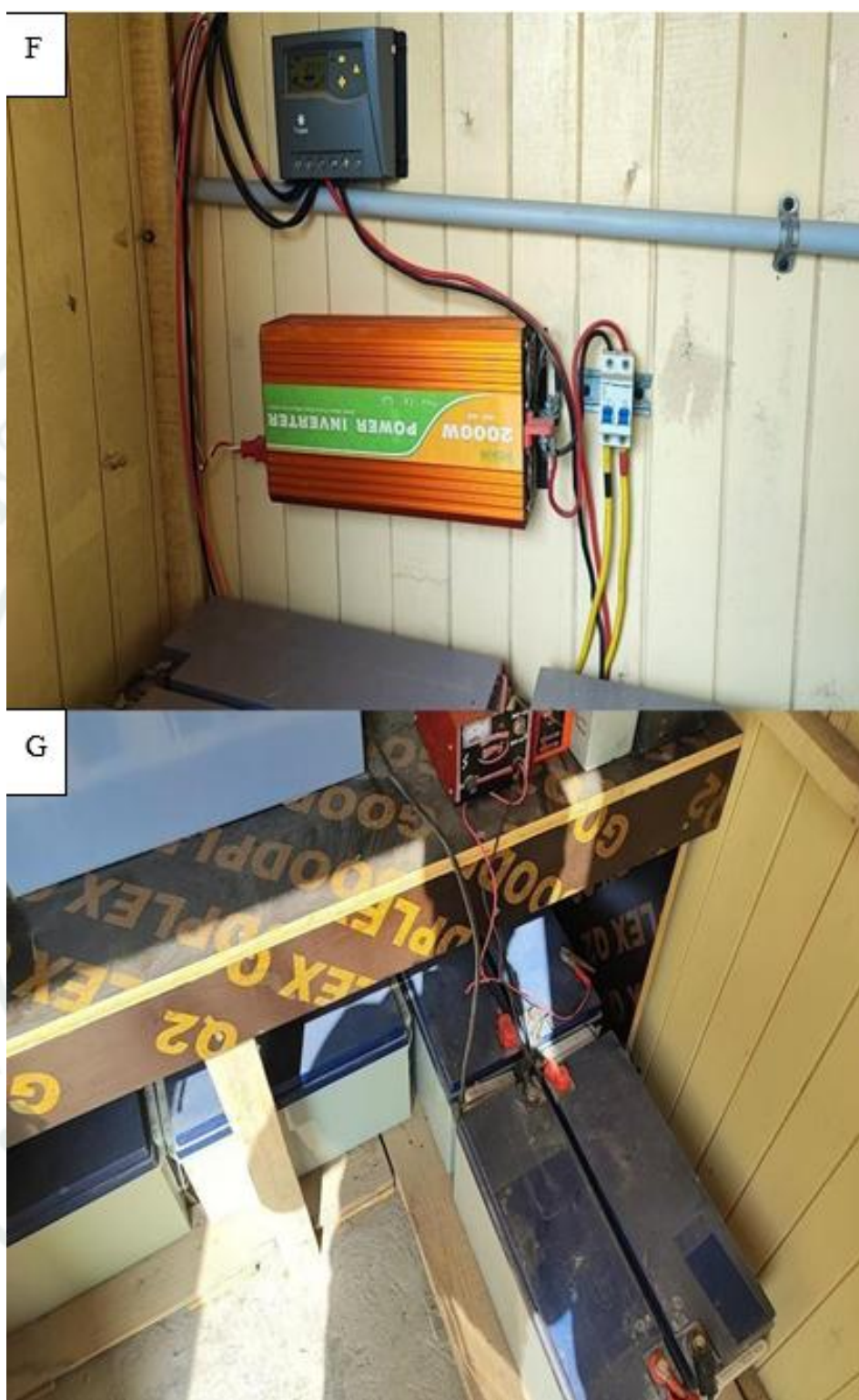
Sistema de energía solar actual, de ciclo cerrado, Figura A muestra el sistema completo dentro de la sala técnica. Figura B, muestra el sistema por la parte exterior. Figura C, muestra el sistema de paneles instalados en el techo de una habitación

Figura 15 Fotografías de diagnóstico II



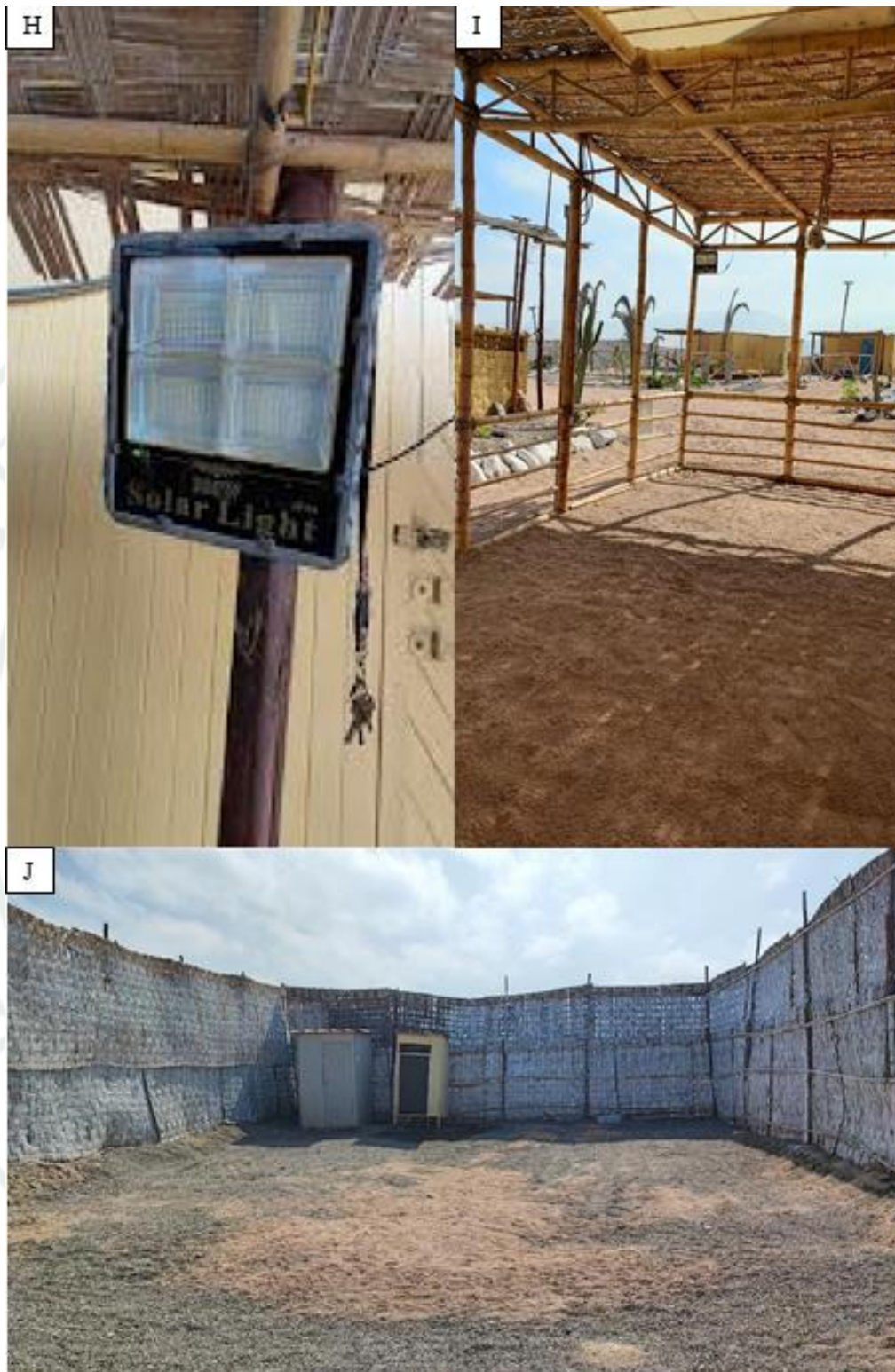
Nota: En la imagen se ve la sala técnica, controlador de carga mostrando el estado actual del sistema instalado.

Figura 16 Fotografía de diagnóstico III sistema de batería e inversor



Nota: En la imagen se aprecia el sistema de baterías para el almacenamiento de la energía eléctrica.

Figura 17 Fotografía de diagnóstico IV y estado actual



Nota: En la imagen se pueden ver diferentes ambientes del hotel, en los cuales se encuentran instalados refelctores.

Figura 18 Fotografía de diagnóstico V



Nota: El sistema de conexión de energía eléctrica existente en el exterior de una de las habitaciones, en la fotografía L, se muestra un pasadizo que carece de sistema de iluminación.

Figura 19 Fotografía de diagnóstico VI



Nota: Se aprecia en la imagen M, el techo de la sala de esparcimiento, en la fotografía N, se muestra un pasadizo dentro del hotel Caleta Arantas S.A.C., en la fotografía O, se muestra una vista hacia la zona de la playa.

5.1.4. Sistema actual de ciclo cerrado

Estado del Sistema: El sistema está operando en modo "Float," lo que indica que la batería está completamente cargada y el controlador está manteniendo una carga constante para evitar la sobrecarga.

Prioridad Solar: El sistema está configurado en "Solar Priority," lo que significa que se da prioridad al uso de energía solar para cargar la batería y alimentar las cargas conectadas.

Condición de la Batería: La batería AGM tiene un voltaje de 55.2V, lo que sugiere que está en buen estado y bien cargada.

Producción de Energía Solar: El panel solar está proporcionando un voltaje de 90.5V, lo cual es una indicación de que hay una buena irradiación solar y el sistema está capturando energía eficientemente.

Consumo de Energía: La carga conectada al sistema está consumiendo energía, representada por un voltaje de salida de 229.9V y una indicación de 25% de uso de la capacidad de carga, lo cual puede referirse a la potencia relativa en uso.

Indicadores de Fallo: La presencia del LED de "Fault" encendido en naranja puede indicar algún problema menor en el sistema que necesita atención, aunque no es crítico ya que el sistema aún opera y proporciona carga.

5.1.5. Análisis de requerimientos energéticos

Tabla 5 Análisis de requerimientos energéticos

Ambiente	Descripción elementos existentes	# Equipos	Potencia / equipo	Horas / día	# Ambientes	Total consumo (kWxh)
Habitaciones simples y dobles	Luminarias: 2 focos LED Phillips	1	24	5	9	0.54
	Dispositivos: 2 cargadores de celulares	1	66	1	9	0.297
	Luminarias: foco LED Phillips	1	20	5	4	0.4

Habitaciones de trabajadores	Dispositivos: cargador de celular	1	33	1	4	0.132
Baños	Luminarias: foco LED Phillips	1	12	1	4	0.24
Almacenes	Luminarias: foco LED Phillips	1	33	5	4	0.264
Centro de esparcimiento	Luminarias: foco LED Phillips	6	12	2	14	0.168
	Dispositivos: parlante bluetooth	1	12	1	3	0.036
Oficina de gerencia	Luminarias: foco LED Phillips	1	12	1	1	0.06
	Dispositivos: router	1	5	5	1	0.24
	Dispositivos: modem	1	20	1	1	0.06
	Dispositivos: consola + sistema de cámaras	1	45.3	5	1	0.12
	Dispositivos: laptop	1	36	24	1	0.48
	Dispositivos: impresora	1	19	24	1	1.0872
	Luminarias: foco LED Phillips	1	12	1	1	0.108
Cocina	Dispositivos: refrigeradora	1	40	1	1	0.0038
	Dispositivos: congeladoras	1	45	1	1	0.96
	Dispositivos: hervidora	1	35	1	1	1.08
	Dispositivos: licuadora	1	30	1	1	0.0075

Desglose por ambiente:

Habitaciones Simples:

- Luminarias: Foco LED Phillips (1 equipo, 12W, 5 horas/día, 9 ambientes, 0.54 kWh)
- Dispositivos: Cargador de Celular (1 equipo, 33W, 1 hora/día, 9 ambientes, 0.297 kWh)

Habitaciones Dobles:

- Luminarias: Foco LED Phillips (1 equipo, 12W, 5 horas/día, 6 ambientes, 0.36 kWh)
- Dispositivos: Cargador de Celular (1 equipo, 33W, 1 hora/día, 6 ambientes, 0.132 kWh)

Trabajadores:

- Luminarias: Foco LED Phillips (1 equipo, 12W, 5 horas/día, 4 ambientes, 0.24 kWh)
- Dispositivos: Cargador de Celular (1 equipo, 33W, 2 horas/día, 4 ambientes, 0.264 kWh)

Baños:

- Luminarias: Foco LED Phillips (1 equipo, 12W, 3 horas/día, 4 ambientes, 0.144 kWh)

Almacenes:

- Luminarias: Foco LED Phillips (1 equipo, 12W, 1 hora/día, 3 ambientes, 0.036 kWh)

Centro de Espaciamiento:

- Luminarias: Foco LED Phillips (6 equipos, 12W, 1 hora/día, 1 ambiente, 0.06 kWh)
- Dispositivos: Parlante Bluetooth (1 equipo, 240W, 1 hora/día, 1 ambiente, 0.24 kWh)

Oficina de Gerencia:

- Luminarias: Foco LED Phillips (1 equipo, 12W, 5 horas/día, 1 ambiente, 0.06 kWh)
- Dispositivos: Router (1 equipo, 5W, 24 horas/día, 1 ambiente, 0.12 kWh)
- Dispositivos: Modem (1 equipo, 5W, 24 horas/día, 1 ambiente, 0.12 kWh)
- Dispositivos: Consola + Sist. Cámaras (1 equipo, 45.3W, 24 horas/día, 1 ambiente, 1.0872 kWh)
- Dispositivos: Laptop (1 equipo, 36W, 3 horas/día, 1 ambiente, 0.108 kWh)
- Dispositivos: Impresora (1 equipo, 15W, 0.2 horas/día, 1 ambiente, 0.0038 kWh)

Cocina:

- Luminarias: Foco LED Phillips (4 equipos, 12W, 5 horas/día, 1 ambiente, 0.24 kWh)
- Dispositivos: Refrigeradora (1 equipo, 120W, 8 horas/día, 1 ambiente, 0.96 kWh)
- Dispositivos: Congeladoras (2 equipos, 19W, 24 horas/día, 1 ambiente, 0.912 kWh)
- Dispositivos: Hervidora (1 equipo, 1850W, 0.25 horas/día, 1 ambiente, 0.4625 kWh)
- Dispositivos: Licuadora (1 equipo, 700W, 0.25 horas/día, 1 ambiente, 0.175 kWh)

Resumen:

- **Consumo Diario (kWh/día): 6.9735**
- **Consumo Mensual (kWh): 209.205**
- **Pago/Mes: S/ 157.06**

Potencia total: La tabla muestra el consumo energético de diferentes ambientes dentro del Hotel Caleta Arantas S.A.C., discriminando por tipos de habitaciones y otras áreas como baños, almacenes, centro de esparcimiento, oficina de gerencia y cocina. Cada ambiente tiene una lista de equipos o dispositivos con su respectivo número, potencia por equipo, horas de uso diario, y el consumo total de energía en kilowatt-hora (kW.h). Los equipos incluyen principalmente luminarias LED, dispositivos electrónicos como cargadores de celular, parlantes Bluetooth, routers, laptops, así como electrodomésticos en la cocina.

Costo de energía: Con un consumo diario total de 6.9735 kW.h y un costo mensual indicado, el hotel puede tener una base para la planificación financiera en relación con los gastos de energía.

Iluminación LED: Es el tipo de dispositivo más común en todos los ambientes, lo que sugiere un enfoque en la eficiencia energética, ya que las luminarias LED son conocidas por su bajo consumo de energía y larga vida útil.

Diversidad de Equipos Hay una diversidad de equipos electrónicos y electrodomésticos con diferentes patrones de consumo, lo que indica una variada demanda energética en las distintas áreas del hotel.

Consumo Elevado en Dispositivos Específicos: Algunos dispositivos, como la consola de sistemas de cámaras, muestran un consumo energético significativamente más alto en

comparación con otros equipos. Esto podría ser un área para investigar eficiencias o buscar alternativas de ahorro energético.

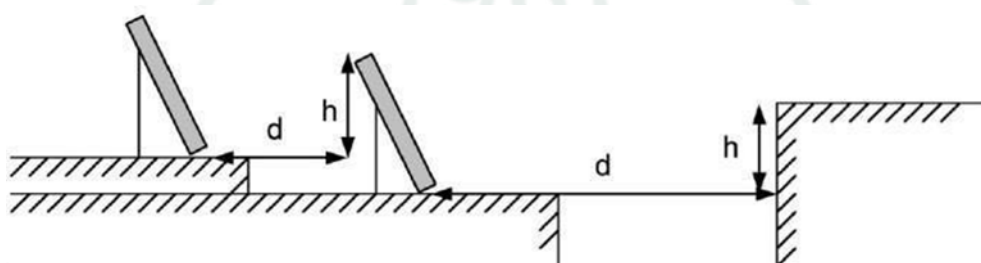
Consumo en la Cocina: El consumo de equipos en la cocina, como refrigeradoras y congeladoras, es alto, lo cual es típico dada su necesidad de operar continuamente. Esto resalta la importancia de elegir modelos energéticamente eficientes para estos equipos.

Horas de Operación: Las horas de operación varían significativamente entre equipos, lo que afecta directamente el consumo total de energía. Estrategias para reducir las horas de uso donde sea posible podrían disminuir el consumo energético general.

5.1.6. Datos de localización

Tabla 6 Datos de localización

Ubicación del sistema de generación	$L = 16.794352S$
	$\varphi = 72.329092O$
Ángulo óptimo de inclinación	$\beta_{opt} = 3.7 + (0.69 \times L)$
	$\beta_{opt} = 15.2881029$
Distancia entre módulos u obstáculos	$d = \text{distancia (m)}$
	$h = \text{altura (m) } 0.5m$
	$L = \text{Latitud}$
	$d = h / \tan(61^\circ - L)$
	$d = 2.16m$



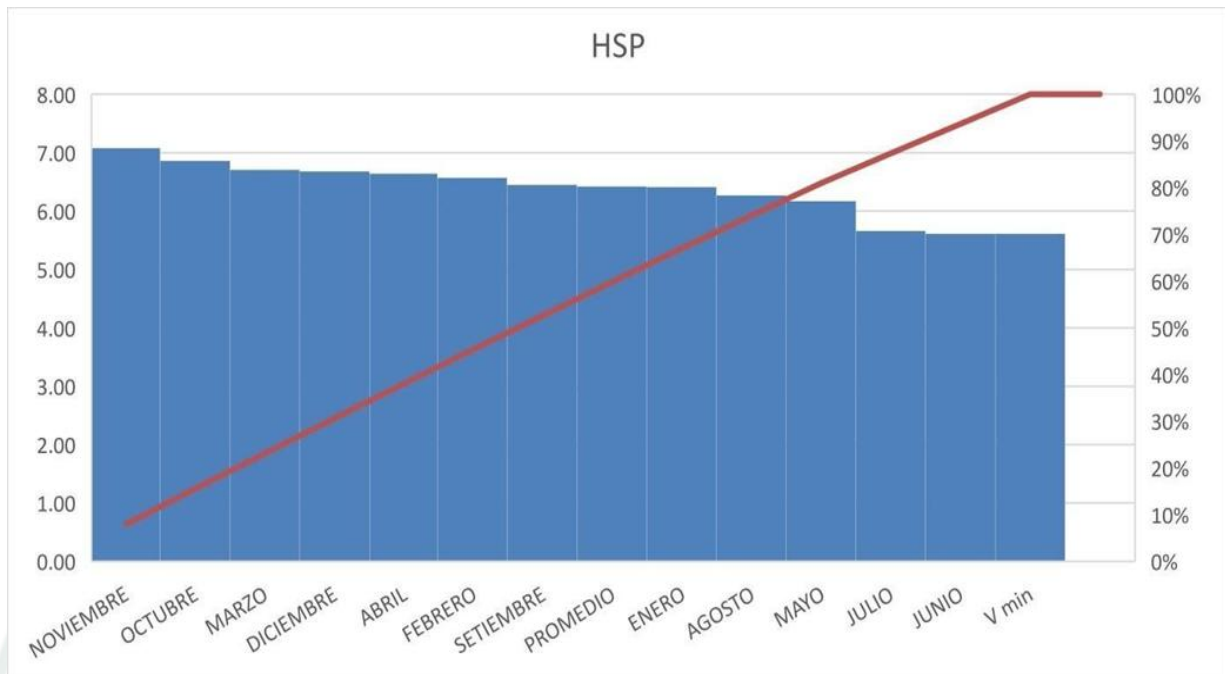
Nota: Estos valores representan la latitud y longitud de la ubicación específica del sistema de generación fotovoltaica. El diagrama mostrado en a representación gráfica de cómo medir la distancia (d) y la altura (h) entre módulos u obstáculos, asegurando que no haya sombra entre ellos. El ángulo óptimo de inclinación se calcula utilizando la fórmula mencionada, que depende de la latitud (L). El resultado es un ángulo de 15.29 grados.

Tabla 7 Cálculo de las horas pico solares (HSP)

Mes	HSP (NASA)		
Enero	6.41		
Febrero	6.57		
Marzo	6.71		
Abril	6.64		
Mayo	6.17		
Junio	5.61		
Julio	5.66		
Agosto	6.27		
Septiembre	6.45		
Octubre	6.86		
Noviembre	7.08		
Diciembre	6.68		
Promedio	6.43	h	min
V min	5.61	5	36

Nota: El promedio de las horas solares pico a lo largo del año es 6.43, mientras que el valor mínimo registrado es 5.61. El promedio se convierte a 6 horas y 25.8 minutos (aproximadamente 6 horas y 26 minutos), entonces 5.61 horas, se convierte a 5 horas y 36.6 minutos (aproximadamente 5 horas y 37 minutos).

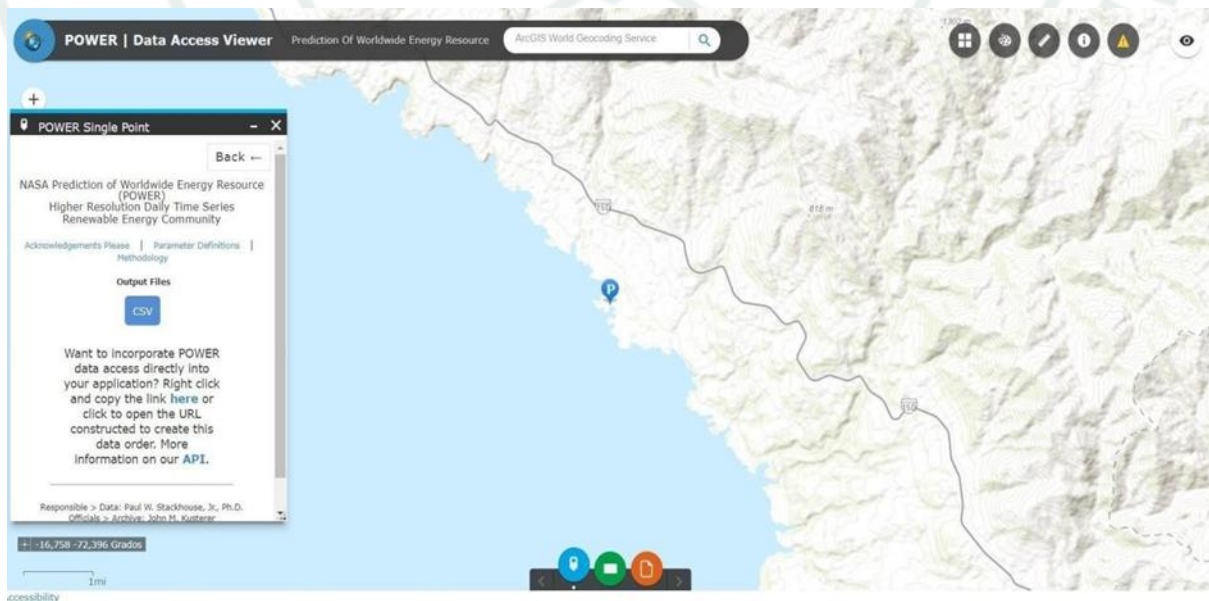
Figura 20. Hora Solar Pico anual



Nota: Adaptado de datos de NASA (s.f.).

La hora de inicio es 09:12 am y la hora final es 14:48 pm, estos datos proporcionan información sobre el periodo del día en que se registra la mayor cantidad de radiación solar útil para el cálculo de las horas solares pico.

Figura 21 Captura de pantalla del PDAV (Power Data Access Viewer)



Nota: El "Power Data Access Viewer" de la NASA es una herramienta poderosa para la obtención y análisis de datos energéticos a nivel mundial. La captura de pantalla muestra cómo un usuario puede seleccionar un punto específico en el mapa y acceder a datos detallados sobre ese punto, facilitando la toma de decisiones informadas en proyectos de energía renovable.

Ubicación Geográfica: La imagen muestra una sección del mapa que está ubicada a lo largo de la Costa Sur del Perú con coordenadas específicas: -16.758 (latitud) y -72.396 (longitud). Esta ubicación se encuentra cerca del océano Pacífico donde la radiación solar es alta.

Punto Marcado: Hay un punto marcado en el mapa con la letra "P", indicando una ubicación específica de interés, siendo en este caso la ubicación de la Caleta Arantas S.A.C.

Descripción: El panel describe el propósito del "Power Data Access Viewer" de la NASA para la predicción de recursos energéticos a nivel mundial, con un enfoque en la comunidad de energía renovable y la serie temporal diaria de alta resolución.

5.1.7. Datos de consumo y cálculos específicos

Consumo diario: $CD = 6.9735 \text{ kW.h/día}$ $HSP = 5.61 \text{ h}$

Tabla 8 Panel solar Yingli YL100P-17b 4/5

Modelo	YL100P-17b 4/5
Potencia (W)	100W
Voltaje de circuito abierto (Vco)	21.5V
Corriente de Corto Circuito (Icc)	6.17A
Voltaje máx (Vmp)	17.1V
Corriente máx (Imp)	5.86A
Eficiencia	90%
Factor de derrateo	90%

Nota: Adaptado de AutoSolar Perú. (s.f.). Ficha técnica del panel Yingli YL100P-17b 120W.

Cálculo de la cantidad de paneles

$$P_{\text{instalar}} = \frac{\text{Demanda (Wh/día)}}{\text{Rad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Factor de derateo}}$$

P instalar = 1534.63 W/Panel

Redondeando: 16 paneles de 100 W c/u

Paneles en Serie: 2

Paneles en paralelo: 8

Cálculo del Controlador MPPT

Voltaje de Funcionamiento = 24 V

P máx. = 1603.296 W

$$I_{\text{máx}} = I_{cc} \times \text{Paneles en Paralelo} \times \text{FP}$$

Factor de protección = 1.2

I máx. = 59.232A

$$V_{\text{máx}} = V_{co} \times \text{Paneles en Serie}$$

V máx. = 43 V

P máx. (W): Requerido: 1603.296, óptimo: 2000

I máx. (A): Requerido: 59.232, óptimo: 70

V máx. (V): Requerido 43, óptimo: 150

Se requiere un Controlador MPPT 150/70 que soporte 2000 W de potencia

Cálculo de la Capacidad del Banco de Baterías

$$\text{Demanda de Carga (A.h)} = \frac{\text{Energía Demandada}}{\text{Voltaje del Sistema}}$$

$$\text{Demanda de Carga} = 290.56 \text{ A.h}$$

$$\text{Días de Autonomía} = \frac{\text{Capacidad del Banco de Baterías (A.h)}(PD\%)(FP\%)}{\text{Demanda de Carga (A.h)}}$$

$$\text{Porcentaje de Descarga} = 50\%$$

$$\text{Factor de Protección} = 95\%$$

$$\text{Días de Autonomía} = 2$$

$$\text{Capacidad del Banco de Baterías a 24V: } 1223.42105 \text{ A.h}$$

$$\# \text{ Baterías en serie} = \frac{\text{Voltaje del Sistema}}{\text{Voltaje de batería individual}}$$

$$\# \text{ BS} = 1$$

$$\# \text{ Baterías en paralelo} = \frac{\text{Capacidad del Banco de Baterías a 24 h (A.h)}}{\text{Capacidad de cada batería}}$$

$$\text{Capacidad de cada batería} = 250 \text{ A.h}$$

$$\# \text{ BP} = 5$$

Se requieren 5 baterías de 250Ah, siendo 2.16 días de autonomía.

Cálculo del Inversor de Corriente:

La selección de inversor de corriente, se hace considerando un 25% más de la potencia de máxima demanda del sistema a dimensionar, ya que este equipo es de alto consumo interno.

$$P_{inv} = \text{Potencia de Carga} \times 1.25$$

$$P_{inv} = 4180.375 \text{ W}$$

Se requiere un Inversor que soporte 6000 W de Potencia

CAPÍTULO VI

6.1. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.2. Estructura de costos

6.2.1. Costos de inversión inicial

Tabla 9 Resumen del sistema fotovoltaico a instalar

Descripción	Modelo / tamaño / capacidad	Cantidad	Costo unitario
Panel solar	YL100P-17b 4/5	16	S/750.00
Controlador de carga	MPPT 150/70	1	S/1,800.00
Inversor de corriente	6000 W	1	S/3,360.00
Baterías	Capacidad: 250 Ah	5	S/800.00
Accesorios			S/850.00
Estructuras			S/4,983.00
Imprevistos (10%)			S/2,699.30
Costo de Transporte			S/1,000.00
Costo de Instalación			S/1,000.00
TOTAL SIN IGV			S/31,692.30
IGV			S/5,704.61
TOTAL			S/37,396.91

Nota: Se requieren 16 módulos fotovoltaicos de 100 Wp, en arreglo 2 en serie y 8 en paralelo. También 1 controlador de carga tipo MPPT 150/70, 1 inversor de corriente de 6000 W de potencia y 5 baterías de 250 Ah, en arreglo 1 en serie y 5 en paralelo.

Esta tabla proporciona un análisis exhaustivo de los costos necesarios para la instalación del sistema fotovoltaico. Los componentes principales incluyen paneles solares, un controlador de carga, un inversor de corriente y baterías, junto con los costos adicionales para accesorios, estructuras, imprevistos, transporte e instalación. El desglose muestra claramente los costos unitarios y totales para cada componente, así como el impuesto general sobre las ventas (IGV), resultando en un costo total de S/37,396.91.

Este desglose es útil para la planificación y presupuesto de la instalación de un sistema fotovoltaico, permitiendo a los interesados entender los costos específicos asociados con cada componente y los costos adicionales involucrados en el proceso de instalación.

6.2.2. Costos de mantenimiento

Tabla 10 Costos de mantenimiento del sistema fotovoltaico

Descripción	Cantidad	Costo unitario
Mantenimiento de paneles fotovoltaicos	16	S/100.00
Mantenimiento del controlador de carga	1	S/100.00
Mantenimiento del inversor de corriente	1	S/160.00
Mantenimiento de baterías	5	S/140.00
Mantenimiento de conexiones	1	S/80.00
TOTAL		S/2,640.00

Nota: Esta tabla proporciona un análisis detallado de los costos asociados con el mantenimiento de un sistema fotovoltaico cada 3 años. Los componentes clave que requieren mantenimiento incluyen paneles fotovoltaicos, controlador de carga, inversor de corriente, baterías y conexiones. Cada elemento tiene un costo unitario específico, y la cantidad total de mantenimiento se calcula para ofrecer una visión clara de los gastos involucrados.

- Mantenimiento de paneles fotovoltaicos: 16 paneles, con un costo unitario de S/ 100.00, totalizando S/ 1600.00.
- Mantenimiento del controlador de carga: 1 controlador, con un costo de S/ 100.00.
- Mantenimiento del inversor de corriente: 1 inversor, con un costo de S/ 160.00.
- Mantenimiento de baterías: 5 baterías, con un costo unitario de S/ 140.00, totalizando S/ 700.00.
- Mantenimiento de conexiones: 1 conexión, con un costo de S/ 80.00.

El costo total de mantenimiento del sistema fotovoltaico es de S/ 2,640.00.00 cada 3 años. La vida útil de las baterías se estima en 7 años, lo cual es un dato importante para la planificación a largo plazo del sistema. Este desglose ayuda a los propietarios y técnicos a prever los costos recurrentes necesarios para mantener el sistema en óptimas condiciones de funcionamiento.

6.2.3. Análisis Económico

Tabla 11 Análisis económico para determinar la viabilidad financiera

Año	0	1	2	3	4	5	6	7
Inversión inicial	-37,396.91							
Ahorro de Combustible (Incremento 2%)		24000.00	24480.00	24969.60	25468.99	25978.37	26497.94	27027.90
Ahorro Logística y Flete		3000.00	3060.00	3121.20	3183.62	3247.30	3312.24	3378.49
Ahorro Mantenimiento Generador		2000.00	2040.00	2080.80	2122.42	2164.86	2208.16	2252.32
Mantenimiento y Limpieza		-6000.00	-6120.00	-6242.40	-6367.25	-6494.59	-6624.48	-6756.97
Mantenimiento Sistema				-2640.00			-2640.00	
Monitoreo y Licencia de Software		-500.00	-500.00	-500.00	-500.00	-500.00	-500.00	-500.00
Seguros y Contingencias (2%)		-747.94	-747.94	-747.94	-747.94	-747.94	-747.94	-747.94
FLUJO DE CAJA	-37396.91	21752.06	22212.06	20041.26	23159.85	23648.00	21505.92	24653.80

Año: Esta fila indica el horizonte temporal del proyecto, desde el año 0 hasta el año 7. Se toma como referencia este periodo debido a que en el año 7 se aproxima el reemplazo de componentes críticos como las baterías del sistema fotovoltaico.

Inversión inicial: Representa el desembolso inicial necesario para la implementación del sistema fotovoltaico aislado. En el año 0 se realiza una inversión de -S/ 37,396.91.

Ahorro de combustible: Corresponde al ahorro anual generado por la reducción en el consumo de combustibles fósiles (diésel). Este ahorro se proyecta con un incremento del 2% anual, considerando el aumento progresivo del costo del combustible.

Ahorro por logística y flete: Representa la reducción de costos asociados al transporte de combustible desde Matarani hacia la caleta Arantas. Este ahorro también se incrementa en un 2% anual, reflejando el aumento de costos logísticos en el tiempo.

Ahorro por mantenimiento del generador: Indica los costos evitados por concepto de mantenimiento del grupo electrógeno (cambio de aceite, filtros, reparaciones, etc.). Este ahorro se proyecta con un incremento del 2% anual.

Mantenimiento y limpieza del sistema: Corresponde a los costos anuales necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico (limpieza de paneles, inspección, ajustes, entre otros). Estos costos presentan un incremento del 2% anual.

Mantenimiento del sistema: Incluye costos puntuales de mantenimiento correctivo o preventivo de componentes del sistema (revisiones técnicas más especializadas). Se presentan en los años 3 y 6 con un valor de -S/ 2,640.00.

Monitoreo y licencia de software: Representa el costo anual asociado al uso de plataformas de monitoreo del sistema fotovoltaico, necesarias para supervisar su rendimiento y detectar fallas. Se considera un costo constante de -S/ 500.00 anuales.

Seguros y contingencias (2%): Corresponde a un costo anual equivalente al 2% de la inversión inicial, destinado a cubrir riesgos operativos, daños, imprevistos o eventos externos. Este valor es de -S/ 747.94 anuales.

Flujo de caja:

- Año 0: -S/ 37,396.91
- Año 1: S/ 21,752.06
- Año 2: S/ 22,212.06
- Año 3: S/ 20,041.26
- Año 4: S/ 23,159.85
- Año 5: S/ 23,648.00
- Año 6: S/ 21,505.92
- Año 7: S/ 24,653.80

Flujo de caja acumulado:

- Año 1: S/ 21,752.06
- Año 2: S/ 43,964.12
- Año 3: S/ 64,005.38
- Año 4: S/ 87,165.23
- Año 5: S/ 110,813.23
- Año 6: S/ 132,319.15
- Año 7: S/ 156,972.95

El flujo de caja acumulado muestra una tendencia creciente, indicando que el proyecto genera ahorros considerables con el tiempo, superando eventualmente la inversión inicial y proporcionando beneficios netos en los años posteriores.

6.2.4. Indicadores Económicos

Tabla 12 Indicadores económicos

Indicador	Valor	Horizonte temporal
Tasa de descuento	12%	Anual
VANE	S/ 57,304.97	
TIR	56.02%	
PR	1.70	Años
	1	Año
	8	Meses
	12	Días
B/C	1.85	

Tasa de descuento: 12% anual:

La tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital, es decir, el rendimiento mínimo esperado por el inversionista para ejecutar el proyecto. En este caso, se adopta una tasa del 12% anual, valor que se encuentra alineado con referencias del sector energético y criterios establecidos en normativas como la Ley de Concesiones Eléctricas. Su uso permite traer a valor presente los flujos de caja futuros, garantizando una evaluación realista del proyecto. Al ser una tasa relativamente exigente, asegura que los resultados obtenidos reflejen una rentabilidad sólida y confiable.

VAN (Valor Actual Neto): S/ 57,304.97:

El VAN representa el valor generado por el proyecto una vez descontados todos los flujos de caja futuros a la tasa del 12% y restada la inversión inicial. En este caso, el VAN es positivo y significativo (S/ 57,304.97), lo que indica que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que además genera un excedente económico considerable. Este resultado confirma que la implementación del sistema fotovoltaico aislado es financieramente viable y crea valor para el inversionista.

TIR (Tasa Interna de Retorno): 56.02%:

La TIR es la tasa de rentabilidad propia del proyecto, es decir, aquella que iguala el VAN a cero. En este caso, se obtiene una TIR de 56.02%, valor muy superior a la tasa de descuento del 12%. Esta diferencia evidencia que el proyecto ofrece una rentabilidad ampliamente atractiva frente a otras alternativas de inversión, consolidándose como una opción económicamente conveniente. Una TIR de este nivel indica además una alta eficiencia en la generación de beneficios a partir del capital invertido.

PR (Periodo de recuperación): 1.70 años (1 año, 8 meses aproximadamente):

El periodo de recuperación mide el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial mediante los flujos de caja generados. En este caso, el proyecto recupera la inversión en aproximadamente 1.70 años, equivalente a 1 año y 8 meses, lo cual representa un periodo corto. Este resultado es altamente favorable, ya que reduce el riesgo financiero y mejora la liquidez del proyecto, permitiendo que los beneficios netos se generen en un plazo relativamente rápido.

Relación Beneficio/Costo (B/C): 1.85:

La relación beneficio/costo indica la eficiencia económica del proyecto, mostrando cuánto se obtiene por cada unidad monetaria invertida. En este caso, un valor de 1.85 significa que por cada sol invertido se generan S/ 1.85 de beneficio, lo que confirma que los ingresos superan ampliamente a los costos. Al ser mayor que 1, este indicador respalda la viabilidad del proyecto y demuestra que la inversión es económicamente rentable.

6.2.5. Cálculo del WACC (costo promedio ponderado de capital)

$$WACC = K_e (PAT / (PAT + D)) + K_d(1 - T)(D / (D + PAT))$$

$$WACC = K_e * W_e + K_d * W_d * (1 - T)$$

Tabla 13 Análisis económico con financiamiento

Indicador	Valor
Ke	12%
Kd	10.50%
T	30%
We	50%
Wd	50%
WACC	9.68%

Donde:

Ke = Costo del capital propio

Kd = Costo de la deuda

T = Tasa de impuesto a la renta

We = Proporción del capital propio en la estructura de financiamiento

Wd = Proporción de la deuda en la estructura de financiamiento

Ke (costo del capital propio - 12%): Representa la rentabilidad mínima que los accionistas esperan obtener sobre su inversión en el proyecto. Un Ke del 12% indica que los inversores de capital propio esperan un retorno anual del 12%.

Kd (costo de la deuda - 10.50%): Este es el costo de financiar el proyecto a través de deuda. Una tasa del 10.50% significa que la empresa paga un 10.50% anual sobre la cantidad prestada.

T (tasa de impuesto - 30%): La tasa de impuesto del 30% se utiliza para calcular el costo neto de la deuda después de impuestos, ya que los intereses de la deuda son deducibles de impuestos. El costo después de impuestos de la deuda ($Kd \cdot (1-T)$) sería $10.50\% \cdot (1 - 0.30) = 7.35\%$.

We (proporción de capital propio - 50%) y Wd (Proporción de Deuda - 50%): La estructura de capital del proyecto está financiada en un 50% por capital propio y en un 50% por deuda. Esto equilibra los costos y riesgos asociados con ambos tipos de financiamiento.

WACC (costo promedio ponderado del capital - 9.68%): El WACC es una medida importante ya que representa el costo promedio de capital que la empresa necesita pagar por cada unidad monetaria financiada. Se calcula usando la fórmula:

$$WACC = K_d(1 - tx) * \frac{Deuda}{Deuda + Patrimonio} + K_e * \frac{Patrimonio}{Deuda + Patrimonio}$$

Un WACC del 9.68% indica el costo promedio ponderado del capital que el proyecto necesita generar para ser viable y cubrir tanto los costos de deuda como los rendimientos esperados por los accionistas.

En resumen, la tabla muestra que el proyecto tiene un costo promedio ponderado del capital de 9.68%, equilibrando el costo del capital propio y de la deuda. Este valor es crucial para la evaluación de la viabilidad financiera del proyecto, ya que cualquier retorno sobre el proyecto por encima de este WACC se considera beneficioso para la empresa.

6.2.6. Indicadores económicos con financiamiento

Tabla 14 Indicadores económicos con financiamiento

Indicador	Valor	Horizonte temporal
VANF	S/ 65,900.28	
TIR	53.56%	
PR	1.80	años
	1	año
	10	meses
C/B	1.86	

Análisis de indicadores económicos con financiamiento:

VANF (Valor Actual Neto con Financiamiento): S/ 65,900.28:

El VANF representa el valor actual neto del proyecto considerando los efectos del financiamiento, es decir, incluyendo tanto el costo del capital propio como el costo de la deuda. En este caso, el VANF es positivo (S/ 65,900.28), lo que indica que el proyecto no solo cubre la inversión inicial, sino que también genera un excedente económico significativo incluso después de asumir los costos financieros. Este resultado demuestra que el proyecto es rentable bajo un esquema de financiamiento y mantiene su capacidad de generar valor para el inversionista.

TIR (Tasa Interna de Retorno): 53.56%:

La TIR representa la rentabilidad del proyecto, es decir, la tasa a la cual el valor actual neto se hace igual a cero. En este caso, se obtiene una TIR de 53.56%, valor considerablemente superior al costo de capital o tasa de descuento utilizada en la evaluación. Esta diferencia evidencia que el proyecto presenta una alta rentabilidad, incluso al considerar financiamiento, lo que lo convierte en una alternativa de inversión altamente atractiva.

PR (Periodo de recuperación): 1.80 años (1 año y 10 meses aproximadamente):

El periodo de recuperación indica el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de los flujos de caja generados por el proyecto. En este caso, el PR es de 1.80 años, equivalente aproximadamente a 1 año y 10 meses, lo que refleja una recuperación relativamente rápida del capital invertido. Este comportamiento es favorable, ya que reduce el riesgo financiero y mejora la liquidez del proyecto en el corto plazo.

Relación Beneficio/Costo (B/C): 1.86:

La relación beneficio/costo mide la eficiencia económica del proyecto, mostrando la relación entre los beneficios obtenidos y los costos incurridos. Un valor de 1.86 indica que por cada sol invertido se generan S/ 1.86 de beneficio, lo cual confirma que los ingresos superan los costos incluso al considerar el financiamiento. Este indicador respalda la viabilidad económica del proyecto y evidencia una adecuada eficiencia en la asignación de recursos.

6.2.7. Cálculo de la deuda

6.2.7.1. Valores del préstamo

Importe del préstamo: S/ 18,698.46

Tasa de interés anual: 10.50%

Periodo del préstamo en años: 2

Fecha de inicio de préstamo: 11/06/2025

6.2.7.2. Resumen del préstamo

Pago mensual: S/ 867.16

Número de pagos: 24

Importe total de los intereses: S/ 2,113.39

Coste total del préstamo: S/ 20,811.85

6.2.7.3. Cronograma de pagos

Tabla 15 Cronograma de pagos de la deuda

N° de pago	Fecha de pago	Saldo inicial	Pago	Capital	Intereses	Saldo final
1	20/12/2025	S/ 18,698.46	S/ 867.16	S/ 703.55	S/ 163.61	S/ 17,994.91
2	20/01/2026	S/ 17,994.91	S/ 867.16	S/ 709.70	S/ 157.46	S/ 17,285.20
3	20/02/2026	S/ 17,285.20	S/ 867.16	S/ 715.91	S/ 151.25	S/ 16,569.29
4	20/03/2026	S/ 16,569.29	S/ 867.16	S/ 722.18	S/ 144.98	S/ 15,847.11
5	20/04/2026	S/ 15,847.11	S/ 867.16	S/ 728.50	S/ 138.66	S/ 15,118.61
6	20/05/2026	S/ 15,118.61	S/ 867.16	S/ 734.87	S/ 132.29	S/ 14,383.74
7	20/06/2026	S/ 14,383.74	S/ 867.16	S/ 741.30	S/ 125.86	S/ 13,642.44
8	20/07/2026	S/ 13,642.44	S/ 867.16	S/ 747.79	S/ 119.37	S/ 12,894.65
9	20/08/2026	S/ 12,894.65	S/ 867.16	S/ 754.33	S/ 112.83	S/ 12,140.31
10	20/09/2026	S/ 12,140.31	S/ 867.16	S/ 760.93	S/ 106.23	S/ 11,379.38
11	20/10/2026	S/ 11,379.38	S/ 867.16	S/ 767.59	S/ 99.57	S/ 10,611.79
12	20/11/2026	S/ 10,611.79	S/ 867.16	S/ 774.31	S/ 92.85	S/ 9,837.48
13	20/12/2026	S/ 9,837.48	S/ 867.16	S/ 781.08	S/ 86.08	S/ 9,056.40
14	20/01/2027	S/ 9,056.40	S/ 867.16	S/ 787.92	S/ 79.24	S/ 8,268.48
15	20/02/2027	S/ 8,268.48	S/ 867.16	S/ 794.81	S/ 72.35	S/ 7,473.67
16	20/03/2027	S/ 7,473.67	S/ 867.16	S/ 801.77	S/ 65.39	S/ 6,671.91
17	20/04/2027	S/ 6,671.91	S/ 867.16	S/ 808.78	S/ 58.38	S/ 5,863.13
18	20/05/2027	S/ 5,863.13	S/ 867.16	S/ 815.86	S/ 51.30	S/ 5,047.27
19	20/06/2027	S/ 5,047.27	S/ 867.16	S/ 823.00	S/ 44.16	S/ 4,224.27
20	20/07/2027	S/ 4,224.27	S/ 867.16	S/ 830.20	S/ 36.96	S/ 3,394.07
21	20/08/2027	S/ 3,394.07	S/ 867.16	S/ 837.46	S/ 29.70	S/ 2,556.61
22	20/09/2027	S/ 2,556.61	S/ 867.16	S/ 844.79	S/ 22.37	S/ 1,711.82
23	20/10/2027	S/ 1,711.82	S/ 867.16	S/ 852.18	S/ 14.98	S/ 859.64
24	20/11/2027	S/ 859.64	S/ 867.16	S/ 859.64	S/ 7.52	S/ 0.00

Descripción de la tabla:

- Fecha de pago y saldo inicial: Muestra la evolución del saldo inicial del préstamo desde S/ 18,698.46 al inicio hasta S/ 859.64 en el último mes.
- Pago mensual: Permanece constante en S/ 867.16 durante toda la duración del préstamo.
- Desglose entre capital e intereses: En las primeras cuotas, una mayor parte del pago mensual se destina a intereses, y una menor parte al capital. Con el paso del tiempo, la proporción destinada al capital aumenta, y la destinada a intereses disminuye.
- Saldo Final: Disminuye progresivamente con cada pago mensual, hasta llegar a S/ 0 al final del periodo de 24 meses.

Ejemplo de Interpretación de una Fila:

- Primer Pago (11/07/2025):
- Saldo inicial: S/ 18,698.46
- Pago: S/ 867.16
- Capital: S/ 703.55 (parte del pago que reduce el saldo del préstamo).
- Intereses: S/ 163.61 (parte del pago destinada a intereses).
- Saldo final: S/ 17,994.91 (saldo pendiente después del pago).

Este patrón continúa hasta que el préstamo es totalmente pagado después de 24 meses, con el saldo final reduciéndose a S/ 0.00 el 20/11/2027.

En resumen, esta tabla proporciona una visión detallada del plan de amortización del préstamo, destacando cómo se distribuyen los pagos mensuales entre capital e intereses y cómo disminuye el saldo pendiente a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO VII

7.1. ANÁLISIS SOCIAL Y AMBIENTAL

7.1.1. Evaluación de aspecto ambiental

Disminución de la Huella de Carbono: Al reemplazar el generador a base de petróleo con un sistema solar fotovoltaico, se reduce significativamente la emisión de gases de efecto invernadero. Los paneles solares no emiten CO₂ durante su operación, lo que representa una mejora importante en términos de sostenibilidad ambiental.

Reducción de Emisiones de CO₂: El uso de energía solar en lugar de combustibles fósiles para la generación de electricidad elimina las emisiones de CO₂ asociadas a la quema de petróleo. Esta reducción puede ser calculada y utilizada para destacar el compromiso ambiental del hotel.

Generación de Energía Limpia: El sistema solar genera energía limpia y renovable, contribuyendo a una menor dependencia de fuentes de energía contaminantes y no renovables.

7.1.2. Evaluación de aspecto social

Impulso a proyectos de energías renovables: La implementación de este proyecto puede servir como un ejemplo y estímulo para el desarrollo de más proyectos de energías renovables en la región, especialmente en el sector turístico.

Impacto visual mínimo: Los paneles solares tienen un impacto visual relativamente bajo ya que se encuentran aislados de la población, así como del propio hotel, especialmente si se comparan con otras infraestructuras energéticas. Su diseño puede integrarse armoniosamente con el entorno del hotel.

Mejora de la imagen de la empresa: La adopción de tecnologías sostenibles mejora la imagen pública del hotel, destacando su compromiso con el medio ambiente y la sostenibilidad.

Aceptación de los consumidores: Los consumidores están cada vez más conscientes del impacto ambiental de sus decisiones, incluyendo su elección de alojamiento. Un hotel que utiliza energía limpia y sostenible puede ser más atractivo para un segmento creciente del mercado.

Oportunidades de marketing: Esta iniciativa abre la puerta a campañas de marketing enfocadas en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. El hotel puede asociarse con empresas y organizaciones que promueven la sostenibilidad para mejorar su alcance y reputación.

Posibilidad de certificaciones ambientales: El uso de energías renovables puede ayudar al hotel a obtener certificaciones ambientales, lo cual puede atraer a un público más amplio y consciente del medio ambiente.

La instalación del sistema solar fotovoltaico no solo es beneficiosa desde el punto de vista económico, sino que también tiene impactos ambientales y sociales positivos. Contribuye significativamente a la reducción de la huella de carbono, promueve la generación de energía limpia y sostenible, mejora la imagen del hotel, y tiene el potencial de aumentar la aceptación y satisfacción del cliente. Además, fortalece la posición del hotel como líder en prácticas sostenibles en la industria hotelera y turística.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la empresa Caleta Arantas S.A.C., se establecen las siguientes conclusiones, en correspondencia con los objetivos específicos planteados.

PRIMERA:

El análisis de los aspectos de mercado y organizacionales de Caleta Arantas S.A.C. evidenció que la empresa mantiene una posición competitiva sólida dentro del sector hotelero de Camaná, lo que representa una ventaja estratégica directa para el hotel. En el ámbito organizacional, se constató que Caleta Arantas S.A.C. posee una estructura funcional compacta y flexible —conformada por una gerencia general, área administrativa, mantenimiento, operaciones y servicios turísticos— que facilita una comunicación eficiente y una rápida adopción tecnológica. El análisis FODA identificó como principales fortalezas la ubicación privilegiada frente al litoral, el alto nivel de satisfacción de sus clientes (superior al 85 % según encuestas internas) y la disposición hacia la inversión en tecnologías sostenibles, mientras que las oportunidades externas se relacionan con el incremento del turismo interno y los incentivos del MINEM para proyectos de energías renovables. Adicionalmente, el entorno energético de Camaná, caracterizado por una irradiancia solar promedio de 850 W/m^2 y hasta $5.5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$, refuerza la factibilidad técnica del proyecto en un contexto competitivo favorable. En conjunto, esta información demuestra que Caleta Arantas S.A.C. cuenta con las condiciones institucionales, logísticas y estratégicas necesarias para incorporar tecnologías limpias y renovables, consolidando su sostenibilidad operativa y su posicionamiento en el mercado turístico regional como una empresa pionera en eficiencia energética costera.

SEGUNDA:

El sistema fotovoltaico diseñado demuestra ser técnicamente factible, eficiente y totalmente adaptable a las condiciones geográficas y climáticas de la provincia de Camaná, caracterizada por una irradiancia solar promedio anual de $5.5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ y una variación estacional menor al 10 %, lo que garantiza una producción energética constante durante todo el año. El dimensionamiento propuesto —compuesto por 16 paneles solares monocristalinos de

100 Wp cada uno, un controlador de carga MPPT modelo 150/70, un inversor de onda senoidal pura de 6000 W y cinco baterías de ciclo profundo de 250 Ah— permite alcanzar una potencia nominal instalada de 1.6 kWp y una autonomía energética de hasta 18 horas diarias en condiciones óptimas, considerando un rendimiento global (Performance Ratio, PR) del 78 % debido a pérdidas térmicas, resistivas y del inversor. Este diseño permite una generación promedio diaria de 7.8 kWh y una producción anual estimada de 2.847 MWh, suficiente para cubrir de manera eficiente la demanda eléctrica del hotel en sus áreas administrativas, de hospedaje y servicios complementarios, logrando reducir en más del 90 % la dependencia del uso de combustibles fósiles. Adicionalmente, la tecnología seleccionada es madura y avalada internacionalmente, con paneles certificados bajo la norma IEC 61215 y equipos eléctricos con garantía superior a 10 años, lo que asegura durabilidad, bajo mantenimiento y alta confiabilidad operativa; además, su diseño modular garantiza escalabilidad hasta 3.2 kWp, permitiendo futuras ampliaciones según el crecimiento del establecimiento. Por tanto, la propuesta cumple plenamente con los criterios de factibilidad técnica, eficiencia energética y sostenibilidad operativa, asegurando un desempeño continuo, seguro y económicamente rentable a largo plazo bajo las condiciones ambientales de Camaná.

TERCERA:

El análisis económico-financiero realizado demuestra que el proyecto de implementación del sistema fotovoltaico en Caleta Arantas S.A.C. es altamente rentable y viable, conforme a los resultados de los principales indicadores de evaluación. El costo total de inversión inicial se estimó en S/ 37,396.91, considerando la adquisición de 16 paneles solares de 100 Wp, un inversor de 6000 W, un controlador MPPT 150/70, cinco baterías de 250 Ah, materiales eléctricos, estructuras metálicas, transporte e instalación; este sistema generará un ahorro promedio anual de S/ 24,000.00 derivado de la sustitución total del consumo de diésel. Los resultados financieros evidencian un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 57,304.97, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 56.02 %, y una Relación Costo–Beneficio (C/B) de 1.85, superando ampliamente el umbral mínimo de rentabilidad, con un periodo de recuperación de la inversión de 1.70 años, lo que asegura beneficios netos por al menos 12 años adicionales. Asimismo, el flujo de caja descontado mostró un incremento sostenido en los beneficios anuales netos, alcanzando una tasa de ahorro energético equivalente al 94 % respecto a los costos previos, sin incluir los beneficios indirectos vinculados a la reducción estimada de emisiones de carbono (1.8 tCO₂/año). La evaluación de sensibilidad ante variaciones de ± 15 % en los precios de equipos y ± 10 % en la irradiancia confirmó que el proyecto mantiene un VAN positivo y una

TIR superior al 30 %, demostrando su resiliencia económica, mientras que el análisis de riesgos identificó la degradación anual de módulos (0.7 %) y el reemplazo de baterías cada seis años como factores críticos, ambos considerados en el flujo financiero y compensados por la estabilidad tarifaria y el ahorro continuo. En consecuencia, el sistema fotovoltaico propuesto garantiza rentabilidad sostenida, bajo riesgo financiero y retorno asegurado del capital, consolidándose como una alternativa económica sólida y sostenible para la empresa frente al contexto energético actual.

CUARTA:

La implementación del sistema fotovoltaico produce beneficios sociales y ambientales significativos, consolidando al hotel como una empresa comprometida con la sostenibilidad. En el ámbito social, el proyecto fortalece la imagen institucional, incrementa el atractivo turístico y promueve la creación de empleo local, tanto en las etapas de instalación como de mantenimiento. Desde la perspectiva ambiental, el sistema contribuye a una reducción sustancial de la huella de carbono, al sustituir la energía generada por combustibles fósiles por una fuente limpia y renovable. Se estima una disminución importante de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, en línea con los compromisos del Acuerdo de París (UNFCCC, 2015). En conjunto, el proyecto demuestra una viabilidad social y ambiental integral, al generar impactos positivos en la comunidad, fortalecer la responsabilidad corporativa y promover un modelo energético sostenible para el sector hotelero de Camaná.

QUINTA:

El estudio concluye que el sistema solar fotovoltaico propuesto es viable técnica, económica, ambiental y socialmente, consolidándose como una alternativa energética sostenible para el sector hotelero. El rápido retorno económico, la reducción de emisiones contaminantes y la mejora de la reputación corporativa justifican plenamente la implementación del proyecto. Además, este caso constituye un modelo replicable para otros establecimientos turísticos en zonas rurales o con acceso limitado a la red eléctrica, demostrando que la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica pueden coexistir exitosamente dentro de la gestión empresarial moderna. En consecuencia, la propuesta de Caleta Arantas S.A.C. se erige como un referente de innovación energética aplicada a la industria del turismo, promoviendo una transición efectiva hacia un modelo de desarrollo limpio, competitivo y responsable.

RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones alcanzadas, se proponen las siguientes recomendaciones orientadas a garantizar la sostenibilidad y maximizar los beneficios del sistema fotovoltaico propuesto.

PRIMERA:

Ajustar de manera periódica la capacidad del sistema fotovoltaico conforme a la demanda energética real del hotel, considerando variaciones estacionales y posibles ampliaciones de infraestructura.

SEGUNDA:

Implementar un plan de mantenimiento preventivo que contemple limpieza regular de paneles, revisión de conexiones eléctricas, control del inversor y monitoreo del estado de las baterías, garantizando el funcionamiento eficiente y continuo del sistema.

TERCERA:

Desarrollar programas de capacitación técnica para el personal del hotel en operación, supervisión y mantenimiento básico del sistema, fortaleciendo la autonomía técnica y asegurando una gestión sostenible del mismo.

CUARTA:

Realizar evaluaciones ambientales y sociales periódicas, midiendo la reducción de emisiones, los impactos locales y la percepción de los usuarios, con el fin de incorporar mejoras y asegurar el cumplimiento de los compromisos de sostenibilidad.

QUINTA:

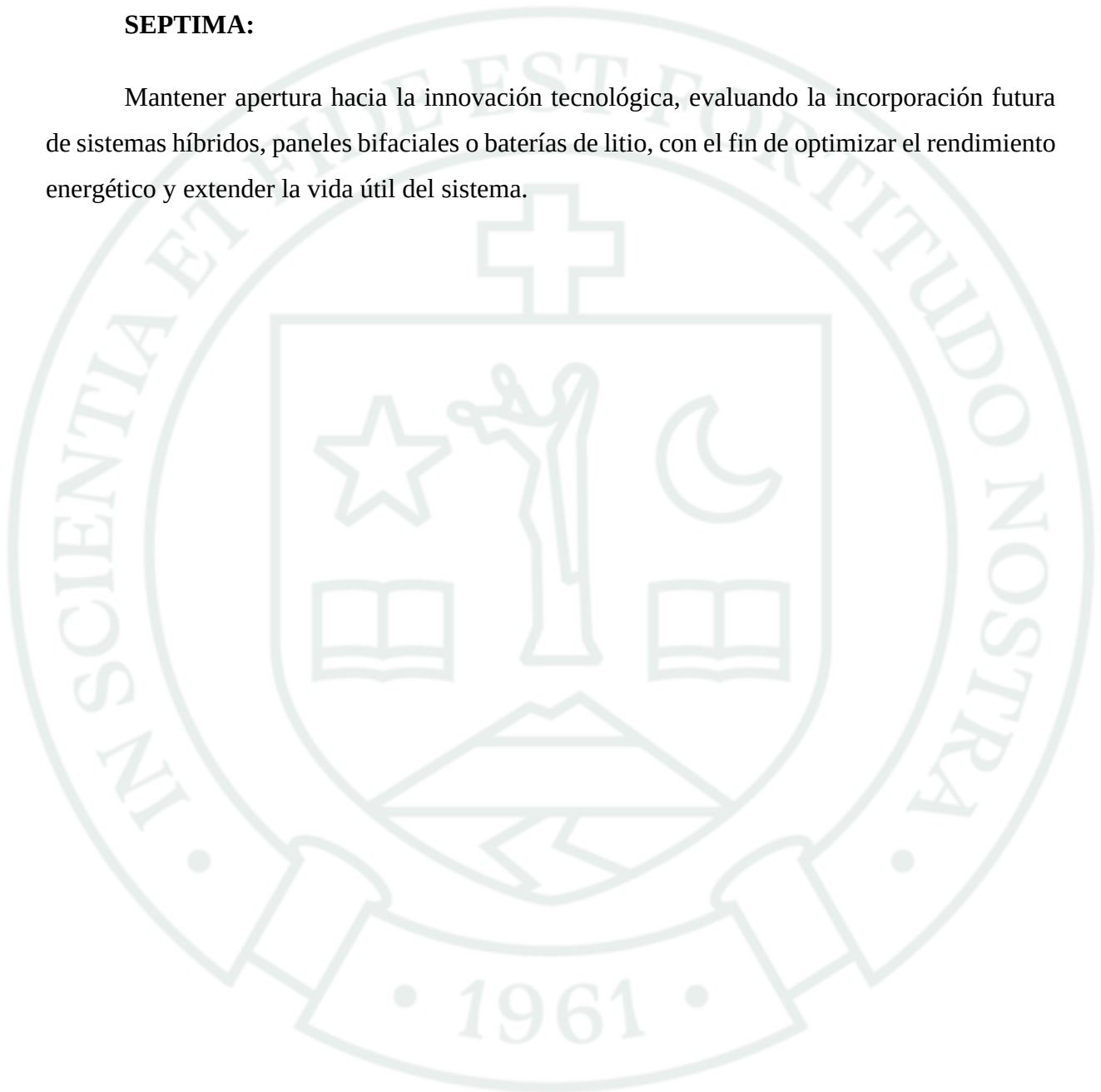
Explorar fuentes de financiamiento verde y programas de incentivos gubernamentales (como FONAM o MINEM) que faciliten la ampliación del sistema, reduzcan costos iniciales y fortalezcan la sostenibilidad financiera del proyecto.

SEXTA:

Utilizar el compromiso ambiental del hotel como herramienta de marketing verde, promoviendo su imagen como empresa pionera en turismo sostenible en la región sur del Perú y generando ventajas competitivas en el mercado.

SEPTIMA:

Mantener apertura hacia la innovación tecnológica, evaluando la incorporación futura de sistemas híbridos, paneles bifaciales o baterías de litio, con el fin de optimizar el rendimiento energético y extender la vida útil del sistema.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absolute Solar and Wind. (2015). Biomass Case Study: Buchan Braes Hotel. Disponible en: <https://www.absolutesolarandwind.co.uk/case-studies/biomass-case-study-buchan-braes-hotel>
- Alhuwayil, W. K., Almaziad, F. A., & Abdul Mujeebu, M. (2023). Energy performance of passive shading and thermal insulation in multistory hotel building under different outdoor climates and geographic locations. *Case Studies in Thermal Engineering*, 45(April), 102940. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.102940>
- BBVA Research. (2025, 4 de diciembre). Situación Perú. Diciembre 2025. <https://www.bbvarresearch.com/publicaciones/situacion-peru-diciembre-2025/>
- Belmar, F., Baptista, P., & Neves, D. (2022). Modelling Renewable Energy Communities: Assessing the Impact of Different Configurations, Technologies and Types of Participants. *SSRN Electronic Journal*, 1–26. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4112186>
- Booking.com. (2020). *Sustainable travel report 2020: Consumer attitudes and behaviors*. Booking.com.
- Britto Saenz, C. J., Garcia Reymundo, Y., Gonzales Molina, A., Martinez Del Aguila, C., & Pita Cordova, M. (2016). Proyecto empresarial – Perú Trip [Proyecto empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Académico UPC. <http://hdl.handle.net/10757/622475>
- Build-Up. (2021). Successful Renewable Energy Technologies Integration in SME Hotels: Corfu Mare Boutique Hotel. Disponible en: <https://buildup.ec.europa.eu/en/practices/case-studies/successful-renewable-energy-technologies-integration-sme-hotels>
- Campos Egoavil, K. O., Ganoza Farfan, L. C., Grandez Urbina, J. A., Guerrero Reyna, R. A., & Marin Rosales, N. H. (2024). *Plan estratégico de Hotel Le Bonheur periodo 2024-2026* [Trabajo de investigación de Maestría, Universidad del Pacífico]. Repositorio Institucional de la Universidad del Pacífico. <https://hdl.handle.net/11354/4916>

Congreso de la República del Perú. (2005). Ley General del Ambiente, Ley N° 28611. Disponible en: https://www.congreso.gob.pe/Docs/files/ley_general_ambiente.pdf

Congreso de la República del Perú. (2008). Ley N° 1002: Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables. Disponible en: https://www.congreso.gob.pe/Docs/files/ley_inversion_generacion_electricidad.pdf

Corfu Mare Boutique Hotel. (2021). Hotel Overview and Sustainability Practices. Disponible en: <https://corfumare.gr>

Couleenergy. (2025). *IEC 61215:2021 – La norma que garantiza calidad y durabilidad en módulos solares*. Couleenergy.

de Lima, K. M., de Mello Delgado, D. B., Martins, D. D., & Carvalho, M. (2022). Solar Energy and Biomass within Distributed Generation for a Northeast Brazil Hotel. *Energies*, 15(23), 1–14. <https://doi.org/10.3390/en15239170>

Duric, Z.; Potočnik Topler, J. The role of performance and environmental sustainability indicators in hotel competitiveness Sustainability 2021, 13, 6574.

Eddine Mechri, H.; Amara, S. Investigation and analysis of energy and water use of hotel buildings in Tunisia. *Energy Build.* 2021, 241, 110930.

Energía fotovoltaica conectada a red, en la región de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7278/ELMgollh.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

European Commission. (2018). Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources. Disponible en: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L2001>

EvoEnergy. (2021). Solar Panels for Hotels Case Study. Disponible en: <https://www.evoenergy.co.uk/case-studies/solar-panels-for-hotels-case-study>

Global NEST Journal. (2021). Hybrid solar - biomass plants for power generation; technical and economic assessment. Disponible en: <https://journal.gnest.org>

Gobierno Regional de Arequipa. (2024). *Arequipa hacia la implementación regional de las energías renovables*. Autoridad Regional Ambiental de Arequipa.

Gobierno Regional de Arequipa. (2025). *Plan de desarrollo regional concertado: Prioridades en transición energética*. Gobierno Regional de Arequipa.

Gonza, H. (2018). Estudio de factibilidad y rentabilidad de la micro generación.

González, A.M.; Nordelo, A.B.; Yanes, J.P.M.; Bedregal, H.R.V.; Toca, C.E.S. Nuevos índices de consumo energético para hoteles tropicales; New energy indicators for tropical hotels. *Ing. Energ.* 2017, 38, 198–207.

González, J. A. C., Pérez, R. C., Santos, A. C., & Gil, M. A. C. (2009). Centrales de energías renovables González, José A C Pérez, Roque C Santos, Antonio C Gil, Manuel A C.

Goswami, D. Y. (2015). Principles of Solar Engineering, Third Edition. In Principles of Solar Engineering, Third Edition. <https://doi.org/10.1201/b18119>

GSA Legal. (2024, 13 de noviembre). *Disposiciones de funcionamiento del RENAMI*. GSA Legal.

Heating the Midwest. (2021). Gundersen Lutheran Biomass Boiler: A Key Part of Gundersen Energy Independence Goal. Disponible en: <https://heatingthemidwest.org/case-studies/wisconsin/>

Infobae. (2025, 29 de octubre). La 'dictadura parlamentaria' de José Jerí: Análisis internacional advierte que el Perú está al borde del colapso democrático. <https://www.infobae.com/peru/2025/10/29/la-dictadura-parlamentaria-de-jose-jeri-analisis-internacional-advierte-que-el-peru-esta-al-borde-del-colapso-democratico/>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate change 2014: Mitigation of climate change*. Cambridge University Press.

International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH). (2019). Environmental Assessment of a Hybrid Solar-Biomass Energy Supplying System: A Case Study. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph16122222>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020. Disponible en: <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2020>

International Renewable Energy Agency. (2023). *Renewable power generation costs in 2023*. IRENA.

International Renewable Energy Agency. (2024). *Costos de generación de energías renovables en 2023: Resumen ejecutivo*. IRENA.

International Renewable Energy Agency. (2025, julio). *El 91% de los nuevos proyectos de energías renovables son más baratos que combustibles fósiles; solar 41% más barata, eólica 53% más barata* [Comunicado de prensa]. IRENA.

Ipsos Perú. (2024). *Encuesta: Percepciones sobre la democracia y crisis política en el Perú 2024*. Ipsos Perú.

Ipsos Perú. (2024). *What worries the world: Principales preocupaciones de los peruanos 2024*. Ipsos Perú.

Ipsos Perú. (2025, febrero). *Inseguridad ciudadana en Perú: Encuesta Perú 21 - Ipsos febrero 2025*. Ipsos. <https://www.ipsos.com/es-pe/inseguridad-ciudadana-en-peru-encuesta-peru-21-ipsos-febrero-2025>

Jos, E., & Farro, I. T. (2023). *Uso de la energía solar para climatización, por suelo radiante, en vivienda rural de Cajamarca*. Universidad de Piura.

Kobeyev, S., Tokbolat, S., & Durdyev, S. (2021). Design and energy performance analysis of a hotel building in a hot and dry climate: A case study. *Energies*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/en14175502>

Los Montacargas. (2023). *Análisis de costos de generadores diésel 3000–6000 W: Costo operativo de 0.15–0.20 USD/kWh*. Los Montacargas.

MDPI. (2022). Performance Assessment of a Building-Integrated Photovoltaic Thermal System in a Mediterranean Climate. Disponible en: <https://www.mdpi.com/ijerph16122222>

- MDPI. (2023). Techno-Economic Assessment of an Innovative Small-Scale Solar- Biomass Hybrid Power Plant. Disponible en: <https://www.mdpi.com/ijerph16122222>
- Mendes, T., Cardoso, P. J. S., Monteiro, J., & Raposo, J. (2023). Anomaly Detection of Consumption in Hotel Units: A Case Study Comparing Isolation Forest and Variational Autoencoder Algorithms. *Applied Sciences* (Switzerland), 13(1), 1– 25. <https://doi.org/10.3390/app13010314>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2025). *Al cierre del 2024, el turismo receptivo creció en 29% con relación al año pasado; 732 mil turistas adicionales ingresaron al país*. MINCETUR.
- Ministerio de Energía y Minas del Perú. (2016). Plan Nacional de Electrificación Rural. Disponible en: https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=12&idTitular=7099
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Planificación energética y energías renovables 3: Mapa solar y potenciales centrales solares*. MINEM.
- Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). (2009). Decreto Supremo N° 002-2009- MINAM: Reglamento de la Ley General del Ambiente. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/DS-002-2009-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2024, 12 de noviembre). *Minam regulará el funcionamiento del Registro Nacional de Medidas de Mitigación frente al cambio climático (D. S. N.° 010-2024-MINAM)*. MINAM.
- Moreno, P., & Llanes, M. (2022). Estudio de Prefactibilidad para la Instalación de un Hotel Ecológico en el Departamento de San Martín. Universidad de Lima.
- Odoi-yorke, F., Akpahou, R., Opoku, R., & Mensah, L. D. (2023). Technical, financial , and emissions analyses of solar water heating systems for supplying sustainable energy for hotels in Ghana Technical , financial , and emissions analyses of solar water heating systems for supplying sustainable energy for hotels in Solar Compass, 7(June), 100051. <https://doi.org/10.1016/j.solcom.2023.100051>
- OPS Perú. (2025). *Mapeo solar del Perú: Descubre el potencial de tu ciudad*. OPS Perú.

Prensa Regional. (2025, 3 de agosto). *Arequipa, Moquegua y Tacna: Epicentro de la energía solar*. Prensa Regional.

PromPerú. (2022). *Análisis de autenticidad en prácticas de sostenibilidad: 70% de viajeros evita servicios no auténticos*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo.

PromPerú. (2022). *Estudio de actitudes, motivaciones y demandas de los viajeros hacia el turismo sostenible*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo.

PromPerú. (2022). *Estudio integral de preferencias de turistas internacionales en sostenibilidad*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo.

PromPerú. (2022). *Perfil del potencial vacacionista nacional 2022: Actitudes, motivaciones y demandas hacia el turismo sostenible*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo.

PromPerú. (2022). *Perfil del vacacionista nacional 2022*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo.

PromPerú. (2024, 31 de diciembre). *El viaje del peruano 2025*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo.

PV Magazine Latam. (2025, 17 de febrero). *En Perú, la fotovoltaica adicionó 195,48 MW en 2024*. PV Magazine Latam.

PV Magazine LATAM. (2025, 3 de noviembre). *El gobierno de Perú señala a Arequipa como líder en la fotovoltaica del país*. PV Magazine LATAM. <https://www.pv-magazine-latam.com/2025/11/03/el-gobierno-de-peru-senala-a-arequipa-como-lider-en-la-fotovoltaica-del-pais/>

PV Magazine Latam. (2025, 3 de noviembre). *Arequipa: Centro de potencia solar fotovoltaica en Perú: Plantas Sunny, Illa, San José y Sol de Verano I (905 MW, US\$ 795 millones)*. PV Magazine Latam.

PV Magazine Latam. (2025, 3 de noviembre). *El gobierno de Perú señala a Arequipa como líder en la fotovoltaica del país*. PV Magazine Latam.

- Rahimi, I., Nikoo, M. R., & Gandomi, A. H. (2023). Techno-economic analysis for using hybrid wind and solar energies in Australia. *Energy Strategy Reviews*, 47(April). <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101092>
- Rullan, P., & Alorda, B. (2020). Intelligent Thermal Storage in the Balearic Islands Hotels with Solar Energy. July 2021. <https://doi.org/10.3233/AISE200048>
- Salcedo Cuenca, J. P. E. (2016). Diseño de un sistema híbrido de calentamiento de agua sanitaria que aproveche la energía solar y eléctrica para una capacidad de 4500 litros por día para la ciudad de Puno, Región Puno en Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7228>
- ScienceDirect. (2021). Recent advances of hybrid solar - Biomass thermo- chemical conversion systems. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com>
- Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, 54(1), 162– 172. <https://lens.org/116-177-244-279-133>
- SGS. (2024). *Certificación de módulos fotovoltaicos*. SGS.
- Solar Industries Perú. (2025). *Mapa de distribución de la radiación solar en el Perú*. Solar Industries Perú.
- Thermopedia. (2021). Hybrid Solar Photovoltaic/Thermal Technologies - An Overview. Disponible en: <https://www.thermopedia.com>
- V. Basten, I. Crévits, Y. Latief, and M. A. Berawi, "Conceptual development of cost benefit analysis based on regional, knowledge, and economic aspect of green building", *Int. J. Tech.*, vol. 10, no. 1, pp. 81-93, 2019.
- Vourdoubas, J. (2019a). Possibilities of Using Hybrid Solar PV/T Systems and Other Solar Energy Technologies in Hotels in the Mediterranean Region.
- Vourdoubas, J. (2019b). Possibility of Using Solar Energy for the Creation of Carbon Neutral Hotels in Mediterranean Countries. *Energy and Environment Research*, 9(1).

ANEXOS

ANEXO 1 : Programa educativo sobre energías renovables

Objetivo: El objetivo principal del programa es educar tanto a los empleados de la empresa como a la comunidad local sobre la importancia y los beneficios de las energías renovables, con un enfoque particular en la energía solar. Este conocimiento ayudará a incrementar la aceptación social del sistema solar y a generar una mayor conciencia ambiental.

Talleres educativos para empleados.

- Contenido: Los talleres para empleados se centrarán en explicar el funcionamiento del sistema solar instalado, los beneficios económicos y ambientales, y las mejores prácticas para su mantenimiento y uso.
- Formato: Sesiones interactivas con presentaciones, videos demostrativos y actividades prácticas.
- Duración: Talleres mensuales de 2 horas.

Talleres educativos para la comunidad local.

- Contenido: Talleres que expliquen los conceptos básicos de energías renovables, con un énfasis en energía solar. Se abordará cómo la comunidad puede beneficiarse del uso de energías limpias en sus hogares y negocios.
- Formato: Sesiones abiertas en centros comunitarios con espacio para preguntas y discusión.
- Duración: Talleres bimensuales de 1.5 horas.

Visitas guiadas al sistema solar fotovoltaico.

- Objetivo: Permitir que tanto empleados como miembros de la comunidad vean de primera mano el sistema solar en operación.
- Contenido: Durante la visita, se explicará cada componente del sistema, cómo se genera y distribuye la energía, y los impactos positivos que tiene sobre el medio ambiente.
- Frecuencia: Visitas trimestrales, con grupos pequeños para una experiencia más personalizada.

Materialles educativos.

- Folletería informativa: Creación de folletos que expliquen de manera sencilla qué son las energías renovables, cómo funcionan los sistemas solares, y cómo contribuyen al cuidado del medio ambiente.
- Manual de energías renovables: Un manual más detallado que incluya información técnica básica sobre la energía solar, destinado principalmente a empleados y personas interesadas en profundizar en el tema.
- Recursos en línea: Desarrollo de una sección en la página web de la empresa con videos, artículos y enlaces a recursos adicionales sobre energías renovables.

Campaña de sensibilización.

- Medios de comunicación locales: Colaborar con radios y periódicos locales para difundir mensajes clave sobre la importancia de las energías renovables y el impacto positivo del sistema solar instalado.
- Eventos comunitarios: Participar en ferias locales, ofreciendo charlas y demostraciones sobre energía solar.

Resultados esperados.

- Mejor comprensión y apoyo: Se espera que tanto empleados como la comunidad local comprendan mejor el valor de las energías renovables, especialmente de la solar, lo que incrementará la aceptación y el respaldo al proyecto.
- Incremento en la conciencia ambiental: Mayor conciencia sobre la importancia de reducir la huella de carbono y adoptar prácticas sostenibles.
- Fortalecimiento de la relación empresa-comunidad: Un programa educativo bien implementado mejorará la percepción de la empresa en la comunidad, favoreciendo una relación de mutuo beneficio.

ANEXO 2 : Formato de programa educativo sobre energías renovables

Información general del programa.

- Nombre del programa
- Fecha de inicio
- Duración del programa
- Responsable del programa
- Ubicación

Objetivos del programa

- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Público objetivo

Empleados

- Número de participantes esperados

Perfil de los participantes

- Comunidad local
- Número de participantes esperados
- Perfil de los participantes

Componentes del programa

- Contenido
- Formato
- Duración
- Frecuencia

Visitas guiadas al sistema solar fotovoltaico

- Objetivo
- Contenido
- Frecuencia

Materiales educativos

- Folletería informativa
- Contenido
- Distribución

Recursos en línea

- Contenido
- Accesibilidad

Recursos necesarios

- Recursos humanos
- Personal responsable
- Facilitadores
- Materiales y equipos

Presupuesto estimado

- Talleres
- Visitas guiadas
- Materiales educativos
- Campaña de sensibilización

Cronograma

- Fecha de inicio del programa
- Fecha de finalización del programa
- Fechas clave para talleres
- Fechas clave para visitas guiadas
- Fechas clave para distribución de materiales
- Fechas clave para campaña de sensibilización

Indicadores de éxito

- Nivel de participación en talleres
- Nivel de participación en visitas guiadas
- Satisfacción de los participantes
- Impacto en la conciencia ambiental
- Incremento en la aceptación social

Resultados esperados

- Descripción de resultados a corto plazo
- Descripción de resultados a mediano plazo
- Descripción de resultados a largo plazo

Evaluación y seguimiento

- Metodología de evaluación
- Frecuencia de evaluación
- Responsables de la evaluación

Figura 22 Diagrama de Gantt - Programa educativo de energías renovables



ANEXO 3 : Estrategias de financiamiento, sostenibilidad y gestión operativa

Este capítulo presenta un enfoque integral y multidimensional orientado a maximizar la viabilidad técnica, financiera y operativa de los sistemas de energía solar fotovoltaica. Se abordan mecanismos de apoyo económico disponibles en el país, estrategias para acceder a subvenciones, incentivos fiscales, certificaciones de calidad y la implementación de programas de mantenimiento preventivo. Todo ello con el objetivo de asegurar la sostenibilidad, eficiencia y rentabilidad de estos proyectos dentro del contexto de la ingeniería industrial y las políticas energéticas peruanas.

1. Análisis de Fondos, Subvenciones e Incentivos Fiscales para Proyectos de Energía Solar

Los altos costos iniciales suelen representar una barrera significativa para la adopción masiva de tecnologías fotovoltaicas. Por ello, resulta crucial identificar y aplicar a fuentes de financiamiento público y privado, así como a programas de incentivos fiscales que permitan reducir dicha carga económica y mejorar la rentabilidad de los proyectos. Entre los fondos más relevantes se encuentra el Fondo de Energía Renovable del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el cual financia proyectos a través de concursos públicos orientados a diversificar la matriz energética nacional. Estos programas exigen la presentación de propuestas técnicamente viables, ambientalmente responsables y económicamente sostenibles.

Por otro lado, el Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE) ofrece una alternativa adicional, permitiendo que empresas privadas accedan a fondos para proyectos que promuevan la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. Este fondo requiere demostrar la sostenibilidad financiera del proyecto mediante un análisis costo-beneficio detallado. A su vez, el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú) proporciona financiamiento para iniciativas tecnológicas que incluyan la energía solar como componente de innovación.

En el ámbito tributario, destacan dos mecanismos clave: la exoneración de impuestos a la importación de equipos de energía renovable, y la deducción del Impuesto a la Renta por inversiones en tecnologías limpias. Ambos incentivos, gestionados por SUNAT, requieren una adecuada documentación de las compras e inversiones, así como su correcta declaración en la contabilidad empresarial. La identificación y aprovechamiento de estas oportunidades financieras permite reducir de manera significativa los costos iniciales del proyecto y fortalece su atractivo para potenciales inversionistas.

2. Alternativas financieras desde la calidad: aplicación del programa “MiPymes de calidad”

La calidad en la implementación de proyectos de energías renovables no solo mejora la percepción del cliente e inversionistas, sino que puede convertirse en una herramienta clave de financiamiento y posicionamiento. En ese contexto, el programa “Mipymes de Calidad” emerge como una estrategia viable para que las pequeñas y medianas empresas obtengan certificaciones

internacionales, como la ISO 9001 (gestión de calidad) e ISO 14001 (gestión ambiental), que avalen la solidez técnica y el compromiso sostenible del proyecto.

Este programa cubre parcialmente los costos asociados a la implementación de sistemas de calidad y la obtención de dichas certificaciones. En un proyecto de instalación de paneles solares, los beneficios son múltiples: mejora de procesos, eficiencia operativa, reducción de retrabajos, acceso a mercados más exigentes y mayor confianza por parte de los stakeholders. La certificación de calidad también simplifica la tramitación de permisos, mejora el cumplimiento normativo y fortalece el perfil de responsabilidad social corporativa de la empresa.

Además, el programa incluye asesoramiento técnico y capacitaciones que permiten a los equipos técnicos alinearse con las mejores prácticas internacionales. Esto resulta especialmente beneficioso para empresas que buscan consolidarse en el sector energético, dado que posiciona al proyecto dentro de un estándar de excelencia reconocido a nivel global. De este modo, la certificación no solo representa un sello de calidad, sino también una puerta de entrada a nuevas oportunidades comerciales y de inversión.

3. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para sistemas fotovoltaicos

La sostenibilidad operativa de un sistema fotovoltaico depende en gran medida del diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo riguroso. Este tipo de mantenimiento no solo permite evitar fallas costosas y paradas imprevistas, sino que también prolonga la vida útil del sistema y optimiza su rendimiento energético.

El programa debe incluir inspecciones visuales mensuales y auditorías técnicas anuales, enfocadas en identificar grietas, suciedad acumulada, corrosión, conexiones sueltas y signos de sobrecalentamiento. Asimismo, debe considerarse una limpieza bimensual de los paneles solares, utilizando materiales no abrasivos y técnicas que no dañen la superficie fotovoltaica. En zonas con alta concentración de polvo o contaminantes atmosféricos, esta frecuencia puede aumentarse.

Además, debe establecerse un calendario trimestral de mantenimiento eléctrico, que incluya la revisión de inversores, protecciones eléctricas, cableado y medición de parámetros de voltaje y corriente. En caso de utilizar sistemas de almacenamiento con baterías, se

recomienda una verificación mensual de los niveles de carga, conexiones y estado físico de los acumuladores.

El uso de software de monitoreo remoto se vuelve indispensable para el análisis de rendimiento diario o semanal, facilitando la identificación de posibles desviaciones respecto a los valores esperados de producción energética. Este sistema debe complementarse con la elaboración de reportes periódicos que documenten los resultados de mantenimiento, reparaciones realizadas, y mejoras implementadas. La implementación adecuada de este programa asegura la eficiencia energética, minimiza riesgos de seguridad y permite mantener un retorno de inversión estable y previsible.

4. Resultados esperados y sinergia entre financiación, calidad y mantenimiento

La articulación entre financiamiento, certificación de calidad y mantenimiento preventivo conforma un triángulo estratégico que incrementa sustancialmente la viabilidad técnica, económica y operativa de los proyectos de energía solar fotovoltaica. El acceso a fondos y subvenciones permite reducir los costos iniciales, mientras que los incentivos fiscales mejoran la rentabilidad a largo plazo. Simultáneamente, la certificación bajo normas de calidad garantiza la eficiencia en la ejecución y posiciona al proyecto ante un entorno empresarial competitivo.

A su vez, la implementación de un programa de mantenimiento preventivo refuerza el rendimiento técnico del sistema, reduciendo incidencias, mejorando la eficiencia y alargando la vida útil del equipo. Esta sinergia permite no solo consolidar el proyecto como una inversión viable, sino también como una iniciativa comprometida con el desarrollo sostenible y la transformación energética del país.

En conjunto, estos componentes configuran un modelo integral que puede ser replicado y adaptado a distintas realidades empresariales, convirtiendo los sistemas fotovoltaicos en una solución energética económicamente factible, ambientalmente responsable y técnicamente eficiente.

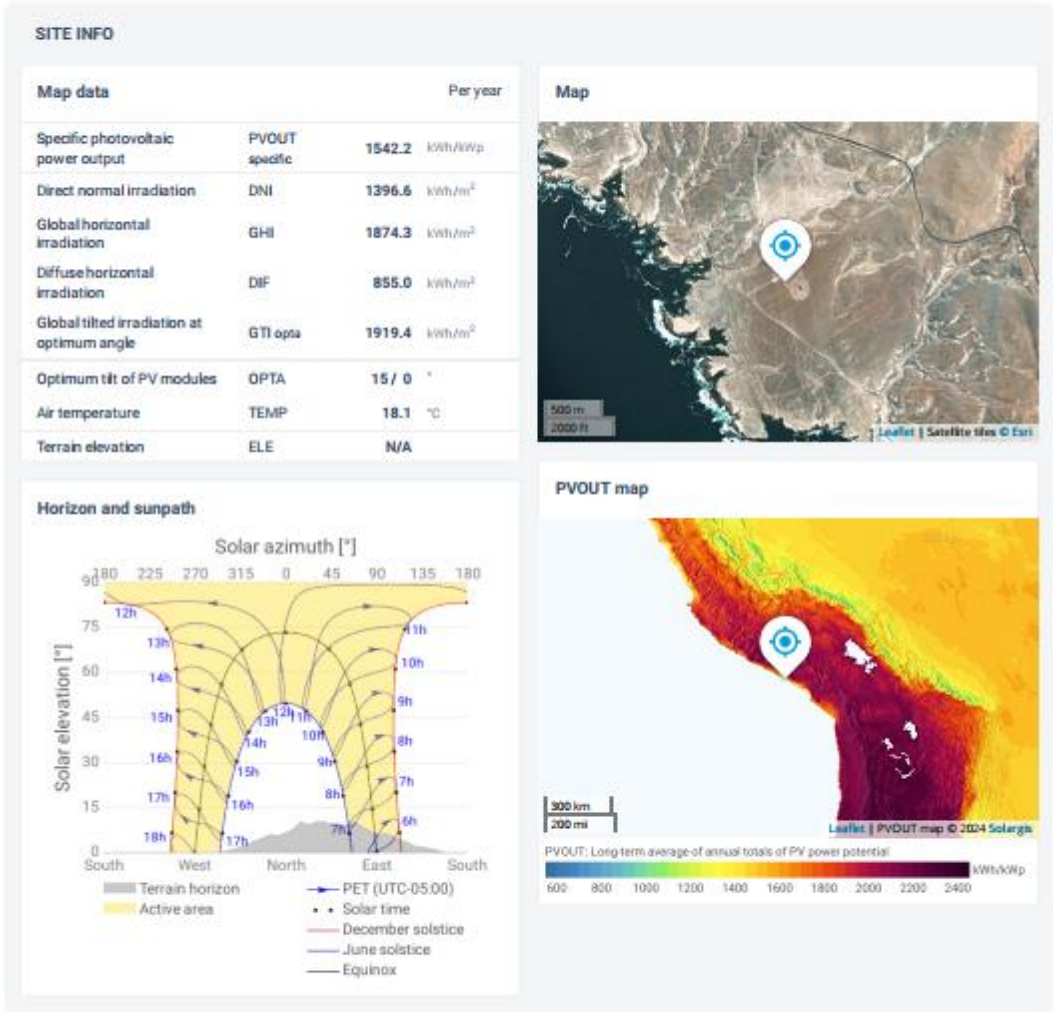
ANEXO 4 : Reporte Solar Quilca

GLOBAL SOLAR ATLAS
BY WORLD BANK GROUP

Quilca

-16.791042°, -072.323273°
unnamed road, Quilca, Arequipa, Peru
Time zone: UTC-05, America/Lima [PET]

Report generated: 11 Jun 2024



ANEXO 5 : Mapa de Potencial Eléctrico Fotovoltaico en el Perú

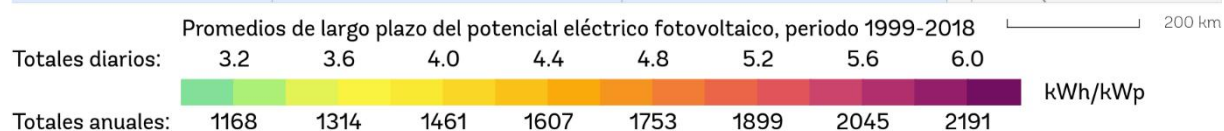
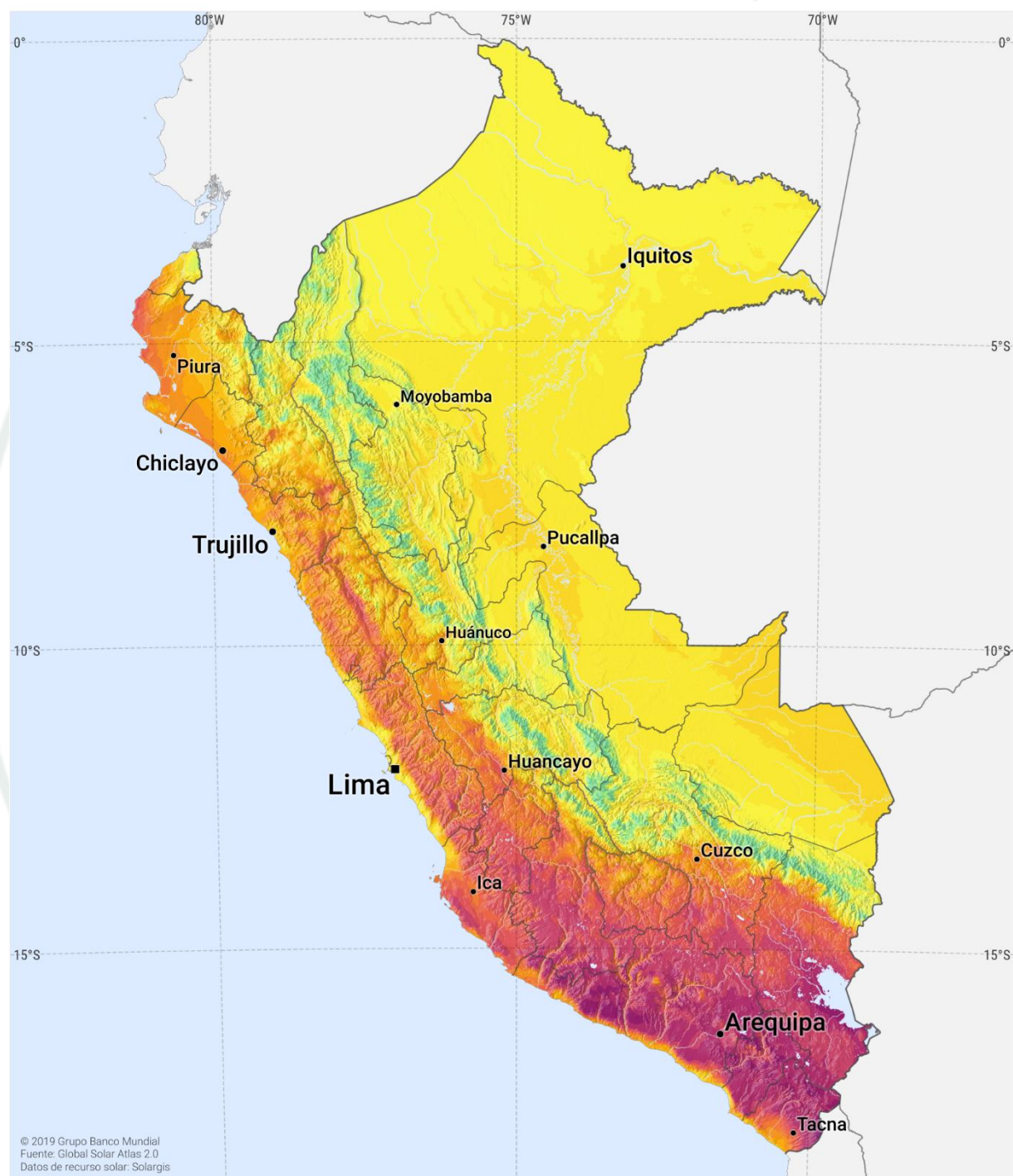
MAPA DE RECURSO SOLAR

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PERÚ



ESMAP

SOLARGIS

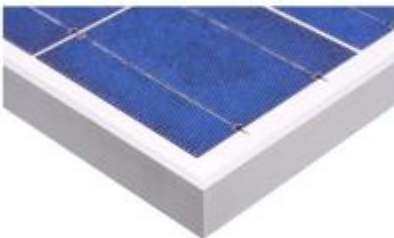


Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

ANEXO 6 : Ficha Técnica Panel Solar

JS 120 SERIES

YL120P-17b 4/5
YL110P-17b 4/5
YL100P-17b 4/5



ABOUT GAIN SOLAR

Founded in 2007, Baoding Jiasheng Photovoltaic Technology Co., Ltd which markets its products under the brand "Gain Solar", is a wholly owned subsidiary of Yingli Solar, specializing in R&D, manufacturing and marketing of photovoltaic (PV) off-grid products and systems. What started as the in-house off-grid PV module production of Yingli Solar has developed over the years into a full-blown provider of off-grid PV modules, building-integrated PV modules, off-grid PV systems and solar application products. Founded on the Yingli Solar technology development, production, and distribution platform, Gain Solar has rapidly grown to set up branches in major provinces and cities of China and is now expanding its presence to the global level. Gain solar is dedicated to provide high quality off-grid PV products and systems to customers and received a series of certificate, including ISO9001, TUV, UL, CE, CQC and RoHS.

PERFORMANCE

High efficiency, polycrystalline solar cells with high transmission and textured glass delivering a module efficiency of up to 15.0%, minimizing installation costs and maximizing the kWh output of your system per unit area.

QUALITY AND RELIABILITY

- Industry leading in-house manufacturing of polysilicon, ingots, wafers, cells and modules ensures tight control of our material and production quality.
- Robust, corrosion resistant aluminum frame independently tested to withstand wind loads of 2.4 kPa and snow loads of 2.4 kPa ensuring a stable mechanical life for your modules.
- Module packaging optimized to protect product during transportation and minimize on-site waste.
- This type of module is commonly use for the small off-grid system.

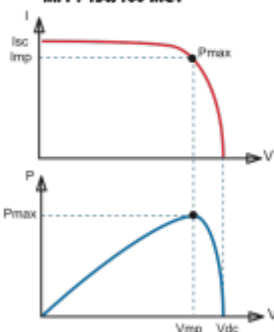
GAINSOLAR.CN



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-TT



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-MC4



Seguimiento del punto de potencia
máxima

Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:

Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

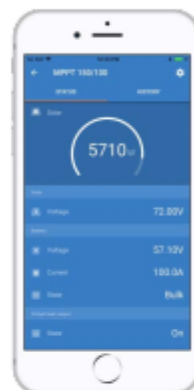
Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- ColorControl GX u otros dispositivos GX: consulte los documentos **Venus** en nuestro sitio web.
- Un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth: se necesita la mochila VEDirect Bluetooth Smart.



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1A/b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1A/b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48V 1A/b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficiencia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fiable, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VEDirect (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm² / AWG2 (modelos Tr), Dos conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos de hasta 150/70) Tres conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos 150/85 y 150/100)				
Bornes de batería	35 mm² / AWG2				
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103mm	
ESTÁNDARES					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada.					
1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.					
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.					
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)					

ANEXO 8 : Ficha Técnica Batería



GEL 12-250



CARACTERÍSTICAS

-  Tamaño compacto ideal para cualquier tipo de uso.
-  Gran rendimiento debido a su ciclo de vida de descarga profunda.
-  Ideado para instalaciones fotovoltaicas.

DIMENSIONES

