



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO

ELECTRICISTA

“Propuesta de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para reducir el consumo de energía eléctrica en inmobiliaria cascajal S.A.C. ubicado en predio Santo Tomas Distrito JLO, provincia Chiclayo Departamento Lambayeque”

Presentado Por:

Bach. Richar Nixon Reyes Parrilla

Asesor:

Ing. Tapia Asenjo Robinson

Lambayeque – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO

ELECTRICISTA

“Propuesta de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para reducir el consumo de energía eléctrica en inmobiliaria cascajal S.A.C. ubicado en predio Santo Tomas Distrito JLO, provincia Chiclayo Departamento Lambayeque”

Presentado Por:

Bach. Richar Nixon Reyes Parrilla

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: Dr. Segundo Abelardo Horna Torres

SECRETARIO: Msc. Carlos Rodríguez Yupanqui

MIEMBRO: Ing. Teobaldo Edgar Julca Orozco

ASESOR: Ing. Robinson Tapia Asenjo

Lambayeque – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

TITULO

“Propuesta de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para reducir el consumo de energía eléctrica en inmobiliaria cascajal S.A.C. ubicado en predio Santo Tomas Distrito JLO, provincia Chiclayo Departamento Lambayeque”

CONTENIDOS

CAPITULO I: GENERALIDADES

CAPITULO II: ASPECTOS DE LA INFORMACION.

CAPITULO III: PROPUESTA DE INVESTIGACION

CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

CAPITULO VI: ANEXOS

AUTOR: Bach. Richar Nixon Reyes Parrilla

Dr. Segundo Abelardo Horna Torres

PRESIDENTE

Ing. Teobaldo Edgar Julca Orozco

MIEMBRO

Msc. Carlos Rodríguez Yupanqui

SECRETARIO

Ing. Robinson Tapia Asenjo

ASESOR

Lambayeque – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud para seguir adelante y que a pesar de las adversidades nunca me abandono, a mis padres: Ambrosio y Rosa, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como en la vida, por su incondicional apoyo durante todo este tiempo, por creer en mí . A mi hijo Richard Stephen y a mi hermano Cristhian por estar a mi lado incondicionalmente.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Bach. Richar Nixon Reyes Parrilla

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia que siempre
estuvo conmigo y creer en mi, a mis
profesores de la Universidad
Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad
de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
En especial a mi asesor el Ing.
Robinson Tapia Asenjo
con quien estoy muy agradecido

Bach. Richar Nixon Reyes Parrilla

RESUMEN

El sistema que se propone desarrollar un sistema híbrido, el cual consiste en sistema eólico – fotovoltaico, con análisis de producción de hidrógeno verde para suministrar energía eléctrica y así reducir el consumo de energía en inmobiliaria Cascajal ubicada en predio Santo Tomas Distrito de JLO provincia Chiclayo Departamento Lambayeque. Teniendo la oportunidad de estar en la ejecución de dicho almacén, pude notar la excesiva carga con la que cuenta debido a los distintos sistemas, tratando de reducir el consumo surge la propuesta de este sistema para aprovechar los recursos que tenemos ya que se encuentra ubicada en una zona alejada de la carretera principal, y debido a lo descampado de la zona, el viento y la radiación solar son fuentes que podríamos aprovechar.

Palabras claves

Sistema híbrido, radiación solar, sistema eólico - fotovoltaico

ABSTRACT

The System that is proposed to develop a hybrid system, which consists of a wind – photovoltaic system, to supply electricity and thus reduce energy consumption in Cascajal real estate located in the Santo Tomas district of JLO province Chiclayo department Lambayeque. Having the opportunity to be in the execution of said warehouse. I could notice the excessive load that it has due to the different systems, trying to reduce consumption, the proposal of this system arises to take advantage of the proposal of this system arises to take advantage of the resources that we have since it is located in an area far from the main road, and due to the openness of the area, the wind and solar radiation are sources that we could take advantage of.

key words:

Hybrid system, solar radiation, wind - photovoltaic system

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	15
CAPITULO I: GENERALIDADES	16
1.1. TITULO.....	16
1.2. PERSONAL INVESTIGADOR.....	16
1.3. TIPO DE INVESTIGACION	16
1.4. AREA DE INVESTIGACION	16
1.5. LINEA DE INVESTIGACION	16
1.6. LOCALIDAD E INSTITUCION DE EJECUCION	16
1.7. DURACION DEL PROYECTO.....	17
1.8. FECHA DE INICIO.....	17
1.9. FECHA DE TERMINO	17
CAPITULO II: ASPECTOS DE LA INFORMACION.....	18
2.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	18
2.1.1.Planteamiento del problema.....	18
2.1.2. Formulación del Problema.....	18
2.1.3 Justificación e importancia del estudio.....	18
2.2. OBJETIVOS.....	19
2.2.1 Objetivos Generales.....	19
2.2.2 Objetivos Específicos.....	19
2.3. MARCO TEORICO	20
2.3.1. Antecedentes del Problema	20
2.3.1.1 Contexto internacional.....	20
2.3.1.2. Contexto Nacional.....	21
2.3.1.3. Contexto Local	22

2.4. BASE TEORICA.....	23
2.4.1 Energía Renovables	23
2.4.2. Energia Fotovoltaica.....	23
2.4.3. Radiacion Solar	24
2.4.4. Célula Solar.....	25
2.5. Orientación del Generador Fotovoltaico.....	26
a) Ángulo Acimut.....	26
b) Ángulo de inclinación.....	27
2.6. Parte de un Sistema Fotovoltaico.....	27
2.6.1 Sistema Fotovoltaico	28
2.6.2. Regulador de Tension.....	29
2.6.3 Baterías	30
2.6.4.Inversores.....	31
a) Inversores Off Grid.....	32
b) Inversores ON Grid.....	32
2.6.5 Conexiones Serie Paralelo	33
2.6.6. Conexión de Baterias.....	34
2.6.7 Avances en tecnología Solar	35
2.7. Energia Eolica.....	37
2.7.1. Potencia Eólica Disponible	38
2.7.2.Potencia Eolica Aprovechable.....	40
2.7.3. Limite de Betz.....	41
2.7.4. Distribucion de Weibull.	44
2.7.5.Obtencion y tratamiento de datos de viento.....	46
a) Parámetros del Potencial Eólico.....	46
b) Toma de medidas.....	46
2.7.6. Factores Influyentes.....	49
2.7.7.Componentes de un aerogenerador.....	50
2.7.8. Tipos de Generadores.....	54
2.7.9. Aplicaciones.....	57
2.7.10. Ventajas e inconvenientes.....	57
2.7.11.Sistema Hibrido.....	58
2.7.12. Ventajas de un Sistema Hibrido.....	58
2.8. Hidrogeno Verde.....	59

2.8.1. Hidrogeno y sus propiedades.....	60
2.8.2. Producción de hidrogeno: Electrolisis.....	61
2.8.3. Electrolizador.....	62
2.8.4. Tipos de Electrolizador.....	63
2.8.4.1 Electrolizador Alcalino.....	63
2.8.4.2. Electrolizador PEM.....	64
2.8.4.3. Electrolizador de Membrana SOE.....	65
2.8.5. Hidrogeno Liquido.....	65
2.8.5.1. Ciclo de linde Hampson.....	66
2.8.5.2. Ciclo Claude.....	68
2.8.6. Hidrogeno Gaseoso.....	69
2.8.7. Almacenamiento del Hidrogeno.....	70
2.8.7.1. Almacenamiento de hidrogeno liquido.....	70
2.8.7.2. Almacenamiento de hidrogeno gaseoso.....	72
2.9. El Calentamiento Global.....	74
2.9.1. Marco Legal.....	75
2.10. Variables	77
2.11. Hipotesis.....	77
2.12. Definicion de terminos.....	78
2.13. Marco metodologico.....	80
2.13.1. Diseño y constrastacion de la Hipotesis.....	80
2.14. Poblacion y Muestra	81
2.15.. Hipotesis.....	81
2.16. Operacionalizacion de Variables.....	83
2.17. Materiales , tecnicas.....	84
2.17.1. Materiales recursos disponibles.....	84
2.17.2. Metodos y tecnicas.....	84
2.17.3. Descripcion de los instrumentos.....	85
2.17.4. Analisis Estadistico.....	85
CAPITULO III: PROPUESTA DE INVESTIGACION.....	87
3.1. Prupuesta de Investigacion.....	87
3.1.1. Equipos que comprenden el Sistema.....	87
3.1.2. Ubicación del Proyecto.....	88

CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	89
4.1. Demanda de Energia Electrica.....	89
4.1.1. Evaluación de la Radiación Solar en la Zona.....	90
4.2. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico.....	94
4.2.1. Parametros para la Selección.....	94
4.2.2. Calculo del Consumo de Energia Diaria.....	95
4.2.3. Calculo del Valor Minimo de Potencia.....	96
4.2.4. Calculo del Numero de Paneles.....	97
4.2.5. Numero de Modulos Fotovoltaicos conectados en Serie.....	98
4.2.6. Numero de Ramales Conectados en Paralelo.....	98
4.2.7. Ángulo optimo de inclinacion.....	99
4.2.8. Calculo de la Corriente Maxima del Regulador.....	100
4.2.9. Calculo de Voltaje del Regulador.....	100
4.2.10. Numero de Reguladores del Sistema.....	102
4.2.11. Numero de Ramales Conectados a Cada Regulador...	102
4.2.12. Energia Fotovoltaica Generada.....	103
4.3. Selección de Conductores Electricos.....	104
4.3.1. Calculo de la Corriente Maxima.....	105
4.3.2. Calculo de la Seccion Minima de Conductor.....	106
4.3.3. Puesta a Tierra para el Sistema FV.....	107
4.4. Componentes de Proteccion en el Sistema FV.....	109
4.4.1. Calculo de Fusibles de Proteccion.....	109
4.4.2. Calculo del Interruptor del Generador FV.....	110
4.5. Energia Anual Generada.....	111
4.6. Estudio Tecnico – Planta de Hidrogeno.....	113
4.6.1. Electrolizador.....	113
4.6.2. Calculo de las dimensiones del tanque.....	117
4.6.3. Selección, dimensionamiento.....	118
4.7. Presupuesto del Sistema fotovoltaico.....	121
4.8. Presupuesto del Sistema de Hidrogeno.....	122

4.9. Evaluacion Economica.....	122
4.9.1. Valor Actual Neto (VAN).....	122
4.9.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	123
4.9.3. Flujo de Caja.....	123
4.9.4. Periodo de Recuperacion.....	124
4.10. Conclusiones.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Ventajas e Inconvenientes.....	58
Tabla N° 2: Variables.....	83
Tabla N° 3: Velocidad del Viento.....	86
Tabla N° 4: Equipos Seleccionados en el Sistema FV.....	88
Tabla N° 5: Cuadro de Cargas.....	89
Tabla N° 6: Irradiación Solar en una Superficie Horizontal	92
Tabla N° 7: Irradiación Solar.....	92
Tabla N° 8: Irradiación Media Diaria.....	94
Tabla N° 9: Irradiación Solar – Dias de Autonomía.....	94
Tabla N° 10: Cuadro de Cargas.....	95
Tabla N° 11: Información de Recibos de Luz	95
Tabla N° 12: Rendimiento Panel Solar Era	97
Tabla N° 13: Características de Regulador Controlador.....	101
Tabla N° 14: Energía FV Generada en el Sistema.....	104
Tabla N° 15: Cuadro de Caída de Tensión por Tramos.....	106
Tabla N° 16: Datos Técnicos Cable N2XOH.....	107
Tabla N° 17: Datos Técnicos de Fusibles	109
Tabla N° 18: Energía FV Generada en el Sistema.....	111
Tabla N° 19: Calculo de la Perdida de Potencia Generada.....	112
Tabla N° 20: Cuadro de capacidades de Electrolizador.....	114
Tabla N° 21: Electrolizador de media escala H2B2.....	115
Tabla N° 22: Características técnicas del electrolizador EL10N.....	116
Tabla N° 23: Ficha técnica de tanque de almacenamiento.....	120
Tabla N° 24: Presupuesto del sistema.....	121

Tabla N° 25: Presupuesto del sistema de hidrogeno.....	122
Tabla N° 26: Flujo de caja.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación del Proyecto.....	18
Figura N° 2: Espectro Electromagnético.....	25
Figura N° 3: Estructura de Célula Solar.....	26
Figura N° 4: Tipos de Célula Solar.....	27
Figura N° 5: Ángulo Acimut.....	27
Figura N° 6: Ángulo de Inclinación	28
Figura N° 7: Partes del Panel FV.....	29
Figura N° 8: Sistema Fotovoltaico	30
Figura N° 9: Regulador de Tension.....	31
Figura N° 10: Baterías.....	32
Figura N° 11: Inversores.....	34
Figura N° 12: Conexión Serie.....	34
Figura N° 13: Conexión Paralelo.....	35
Figura N° 14: Conexión de La Batería.....	35
Figura N° 15: Propiedades de Conexionado de Baterías.....	36
Figura N° 16: Célula Solar Ultrafina y Flexible -MIT.....	36
Figura N° 17: Estructura de la Perovskita.....	37
Figura N° 18: Sistema Eólico.....	39
Figura N° 19: Grafico de Potencial Eólico.....	40
Figura N° 20: Limite de Betz.....	43
Figura N° 21: Coeficiente de Potencial K.....	43
Figura N° 22: Distribución de Weibull	45
Figura N° 23: Anemómetro de Cazoletas.....	48
Figura N° 24: Veleta.....	49

Figura N° 25: Componentes de un Generador.....	50
Figura N° 26: Torre.....	51
Figura N° 27: Palas de rotor.....	52
Figura N° 28: Multiplicador.....	53
Figura N° 29: Generador.....	53
Figura N° 30: Controlador Electrónico.....	54
Figura N° 31: Aerogenerador de Eje Horizontal.....	56
Figura N° 32: Aerogenerador de eje Vertical.....	57
Figura N° 33: Sistema Hibrido.....	59
Figura N° 34: Tipos de Hidrogeno.....	60
Figura N° 35: Origen del Hidrogeno producido en la actualidad	62
Figura N° 36: Diagrama de electrolisis del agua.....	63
Figura N° 37: Electrolisis alcalina	65
Figura N° 38: Electrolisis PEM.....	66
Figura N° 39: Ciclo linde Hampson.....	68
Figura N° 40: Ciclo Claude.....	69
Figura N° 41: Representación Esquemática de Almacenamiento.....	72
Figura N° 42: Sistema de Almacenamiento de Hidrogeno	74
Figura N° 43: Efecto Invernadero.....	75
Figura N° 44: Ubicación del Sistema FV.....	88
Figura N° 45: Diagrama de Carga.....	90
Figura N° 46: Radiación Solar del Dpto. de Lambayeque.....	91
Figura N° 47: Inversor controlador trifásico 10kW Growatt.....	101
Figura N° 48: Orificio de Puesta a Tierra.....	108
Figura N° 49: Conexionado de Cable a Tierra.....	108
Figura N° 50: Sistema de Almacenamiento	119

INTRODUCCIÓN

La presente Tesis consiste en el cálculo y diseño del sistema híbrido eólico fotovoltaico, con análisis de producción de Hidrogeno verde. Este tema a sido desarrollado en el Predio Santo Tomas, partiendo del cálculo de la energía promedio diaria para así determinar el requerimiento de energía eléctrica necesario para garantizar la demanda y el consumo de electricidad por el centro poblado.

Una vez conocido estos valores, se analizó el recurso eólico y solar en la zona del proyecto en base a las mediciones recogidas por la NASA, software SOLARIUS PLUS, y SENAMHI, los datos de la velocidad y dirección del viento se obtuvieron de la estación meteorológica , conociendo así la frecuencia de las velocidades del viento y la dirección predominante de éste en la zona del proyecto.

Seguidamente, se seleccionaron los equipos de las marcas más reconocidas de fabricantes de Aerogeneradores de baja potencia y se escogió la altura más favorable para ser utilizadas en las condiciones extremas, la cantidad de energía eléctrica producida por los paneles solares resultaron ser suficientes para satisfacer la demanda de la carga.

Finalmente, se realizó el presupuesto para el sistema híbrido eólico-fotovoltaico.

I. GENERALIDADES

1.1. TITULO

El proyecto lleva de titulo: “ **Propuesta de un sistema hibrido eolico fotovoltaico para reducir el consumo de energia electrica en Inmobiliaria Cascajal SAC. Ubicada en predio Santo Tomas Distrito de JLO Provincia Chiclayo Departamento Lambayeque**”

1.2. PERSONAL INVESTIGADOR

La persona que llevara a cabo esta investigacion es el autor de este informe de investigacion: **BACH. RICAR NIXON REYES PARRILLA**, bajo la asesoria del Ing. Robinson Tapia Asenjo, Docente FIME

1.3. TIPO DE INVESTIGACION

De acuerdo al fin que se persigue la presente investigacion es de tipo investigacion tecnologica, se usara un diseño de investigacion descriptiva.

1.4. AREA DE INVESTIGACION

Ingenieria Electrica

1.5. LINEA DE INVESTIGACION

Energias Renovables no Convencionales

1.6. LOCALIDAD E INSTITUCION DE EJECUCION

El siguiente trabajo de investigacion se desarrollara en INMOBILIARIA CASCAJAL UBICADA EN PREDIO SANTO TOMAS DISTRITO DE JLO PROVINCIA CHICLAYO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

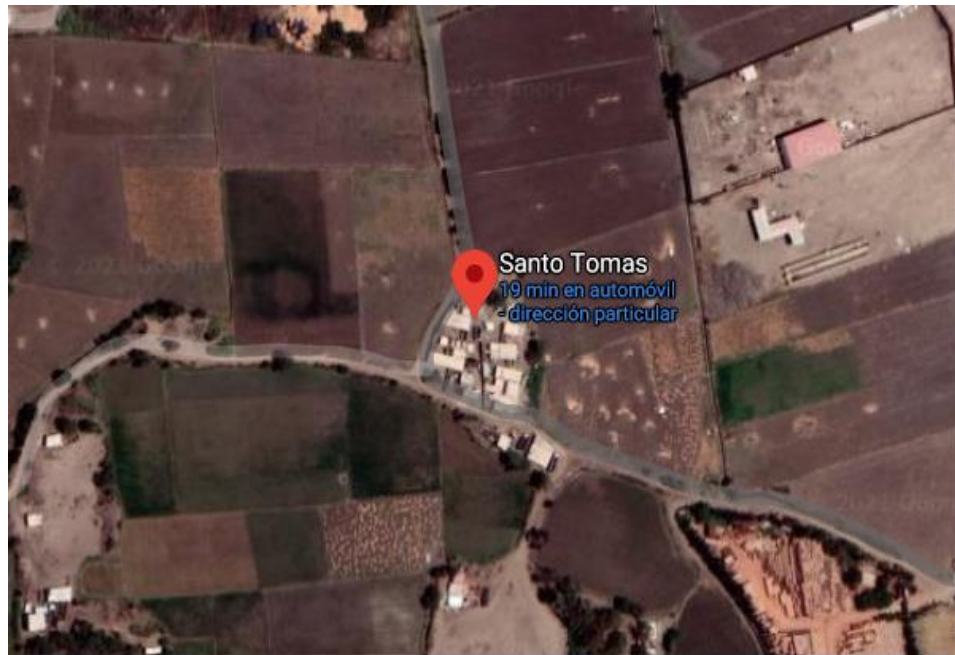


Figura 01: Ubicación del Proyecto

1.7. DURACION DEL PROYECTO

1.8. FECHA DE INICIO

06 de mayo del 2021

1.9. FECHA DE TERMINO

II. ASPECTOS DE LA INFORMACION

2.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1.1. Planteamiento del problema

La empresa Inmobiliaria Cascajal SAC. se encuentra ubicado en predio Santo Tomas Distrito de JLO Provincia Chiclayo Departamento de Lambayeque cuenta con un área de 6000 m², debido a su alto consumo eléctrico se propone realizar esta propuesta de sistema hibrido en el cual también se desea evaluar la producción de hidrogeno para el almacenamiento de energía.

2.1.2. Formulación del Problema

¿Si aprovechamos las energías no convencionales como lo son la energía fotovoltaica y energía eólica y también la posibilidad de almacenar energía atravez de la producción de hidrogeno, será suficiente para abastecer de energía eléctrica y así reducir el consumo eléctrico??

2.1.3. Justificación e importancia del estudio

Actualmente se viene impulsando las energías no convencionales ya que no contaminan el medio ambiente y así ayudamos con la reducción del CO₂ que se generan debido a las energías convencionales, se promoverá una conciencia ambiental al utilizar energía no convencional es por ello que se realiza la propuesta de un sistema hibrido eólico – fotovoltaico y también la posibilidad de almacenar energía atravez de la producción de hidrogeno, ya que en la actualidad el hidrogeno se está consolidando como vector energético del futuro.

Este tipo de propuestas son importantes porque permiten ver nuevas alternativas para la generación de energía eléctrica. La ventaja de realizar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico y también la posibilidad de almacenar energía a través de la producción de hidrógeno.

2.2. Objetivos

2.2.1. OBJETIVOS GENERALES

Realizar una propuesta de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico con análisis de producción de hidrógeno verde para reducir el consumo de energía eléctrica en inmobiliaria Cascajal ubicado en predio Santo Tomás distrito JLO Provincia Chiclayo Departamento Lambayeque.

Y también la posibilidad de almacenar energía a través de la producción de hidrógeno.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar el cálculo del consumo energético
- b) Evaluar el recurso eólico y solar con el que cuenta la zona, para la producción de energía eléctrica.
- c) Investigar y recopilar información general sobre hidrógeno y sus propiedades; generación de hidrógeno métodos de compresión y licuefacción, alternativas de almacenamiento.
- d) Realizar el análisis de la generación de hidrógeno utilizando la energía solar producida

- e) Realizar cálculos justificativos para el dimensionamiento del sistema tanto eólico como fotovoltaico.
- f) Selección de los equipos adecuados para el correcto funcionamiento
- g) Desarrollo del presupuesto del sistema híbrido eólico – fotovoltaico

2.3. MARCO TEORICO

2.3.1. Antecedentes del problema

2.3.1.1 Contexto internacional

Según **Hervás Moreira Jhonatan Alberto, Moscoso Noroña Miguel Fernando** en su tesis titulada “ **ANALISIS DEL POTENCIAL EOLICO Y SOLAR PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA HIBRIDO DE GENERACION ELECTRICA EN BASE AL USO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS EN EL PARAMO CHALUPAS**” En esta tesis plantea el uso de un sistema híbrido eólico solar, En la actualidad, existen varios métodos de generación de electricidad, pero estos no son contaminantes y tienen como objetivo maximizar el uso de los recursos naturales renovables. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es analizar el potencial eólico y solar a través de la instrumentación y obtener datos reales para su implementación en un sistema híbrido de generación de electricidad basado en el uso de energías alternativas en Chalupas Páramo. Además, analizar el potencial eólico – solar fue un gran aporte para la comunidad y sus usuarios, debido a que la información obtenida y la validación de sus datos permitió el aprovechamiento de recursos eólico – solar y el precedente de datos reales esto permitió ampliar los conocimientos sobre el principio de generación eléctrica de un sistema híbrido, así como también los

elementos que lo componen y la función que desempeñan en el proceso de generación.¹

2.3.1.2. Contexto Nacional

Héctor Armando Cornejo Lalopu en su tesis titulada “SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXIÓN A RED EN EL CENTRO MATERNO INFANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA” nos dice que un sistema fotovoltaico de conexión a red es un tipo de instalación en la que intervienen tres elementos: Módulos fotovoltaicos, inversores y líneas eléctricas en la red. Los generadores fotovoltaicos se conectan a la red eléctrica convencional a través de inversores para suministrar la energía generada. Este trabajo estudia el dimensionamiento, diseño, instalación y mantenimiento de un sistema fotovoltaico convencional conectado a red para cubrir algunas de las necesidades de carga del Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura, la cual estará ubicada en la parte plana de la azotea del centro materno infantil, el generador fotovoltaico estará formado por 24 paneles monocristalinos y su potencia máxima será de 6000 W.

El generador eléctrico estará formado por dos ramales conectados en paralelo y cada ramal tendría 12 paneles conectados en serie²

¹ Hervas Moreira Jhonatan Alberto, Moscoso Noroña Miguel “Análisis del Potencial eólico – solar para la implementación de un sistema híbrido de generación eléctrica en base al uso de energías alternativas en el Páramo Chalucas” Ecuador, 2015°

² Hector Armando Cornejo Lalopu “Sistema Solar Fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura – Piura octubre 2013

2.3.1.3. Contexto Local

Según De la Cruz Fernández Elmer en su tesis titulado “Diseño de un sistema aislado utilizando software Homer para electrificar el caserío Santa Rosa de Tumar en el distrito de Huambos provincia de Chota – Cajamarca”.

Actualmente la mayoría de los centros poblados, comunidades y caserios ya cuentan con un servicio que se ha vuelto esencial para la población, que es el servicio de energía eléctrica, pero aún quedan centros poblados, comunidades y caserios que no cuentan con dicho servicio, es por ello que en esta tesis.

Nos describe que debido a la realidad problemática que presenta el caserío Santa Rosa de Tumar por la falta del servicio de energía eléctrica, al encontrarse a varios kilómetros de distancia de las redes existentes de media tensión, cuenta con área geográfica bastante accidentada y está muy lejos de la capital del distrito, lo que dificulta que pueda desarrollarse o al menos contar con los servicios básicos, debido que no cuentan con energía eléctrica los habitantes utilizan lámparas petromax, lamparines, mecheros, linternas de mano, velas. Como alternativas de iluminación nocturna, debido a esta deficiencia dicho caserío no tiene oportunidades de desarrollo. Es por ello que se está proponiendo dar una alternativa de solución, suministrando energía eléctrica en base al aprovechamiento de fuentes de energías renovables las cuales para estas zonas que son olvidadas por los gobiernos, son las únicas alternativas de desarrollo. Es por ello que es muy importante promover el uso de energía renovable³

³ De la Cruz Fernández Elmer “Diseño de un sistema eléctrico aislado utilizando el software Homer para electrificar el caserío de Santa Rosa de Tumar en el Distrito de Huambos provincia de Chota – Cajamarca – Lambayeque 2019

2.4. Base teórica

2.4.1. Energía Renovables⁴

La energía renovable es energía que se produce de forma continua y es inagotable a escala humana. Se están renovando constantemente, a diferencia de los combustibles fósiles, donde una cierta cantidad o reservas se agotan en un período de tiempo más o menos determinado. Las principales formas de energía renovable son la biomasa, la hidroeléctrica, la eólica, la solar, la geotérmica y la oceánica. La energía renovable proviene directa o indirectamente de la energía del sol. Las excepciones son la energía geotérmica y mareomotriz.

2.4.2. Energía Solar Fotovoltaica

La energía fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad a partir de fuentes renovables que se recolectan directamente de la luz solar a través de dispositivos semiconductores llamados celdas solares. Una serie de módulos solares que componen un generador forman una superficie plana que debe exponerse a la luz solar para generar energía eléctrica, esencial para una conversión eficiente en . Lograr este objetivo requiere una comprensión de muchos de los conceptos y términos básicos que se utilizan para describir el movimiento de la Tierra, y la capacidad de cuantificar la cantidad de energía solar recibida en la superficie en un lugar determinado. (Energías Renovables y Eficiencia Energética – Primera edición ,2008)

⁴ Energías Renovables y Eficiencia Energética – Instituto Tecnológico de Canarias Primera edición abril, 2008

2.4.3. Radiación Solar

El sol produce energía a través de reacciones de fusión nuclear que ocurren en su núcleo. Esta energía, denominada radiación solar, se transmite en forma de radiación electromagnética y llega a la atmósfera terrestre en forma de un continuo de radiación o espectro electromagnético con longitudes de onda que van desde aproximadamente 0,15 μm hasta 4 μm .

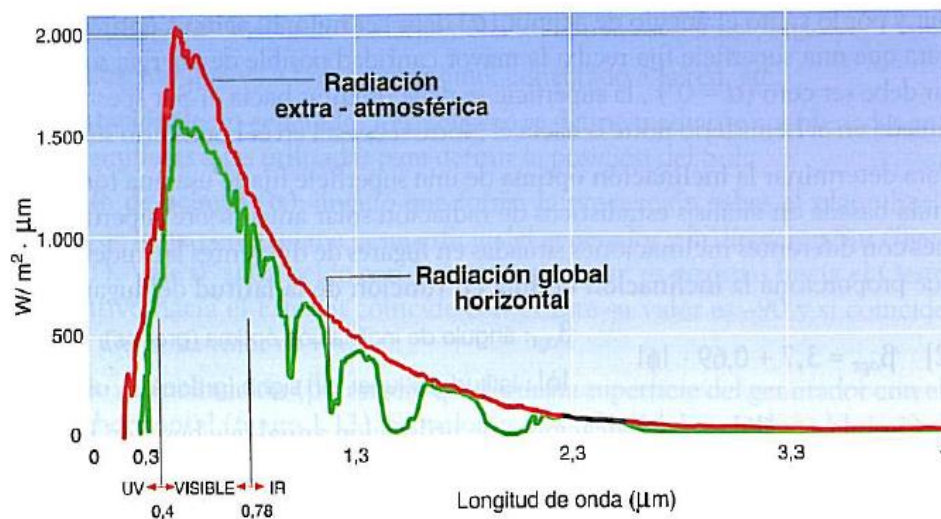


Figura 02: espectro electromagnético de radiación solar

2.4.4. Célula Solar⁵

El elemento principal del sistema de energía solar es un generador llamado celda solar, que se caracteriza por la conversión directa de fotones de la luz solar en electricidad. Su

⁵ Componentes de una instalación solar fotovoltaica - McGraw - Hill

funcionamiento se basa en el efecto fotovoltaico. Las células solares se comportan como diodos. La parte expuesta a la radiación solar es N y la parte en la zona oscura es P. Un terminal de conexión de celda está ubicado en cada una de estas partes del diodo. La parte correspondiente a la zona P está totalmente metalizada (no necesita recibir luz). Por otro lado, la zona metalizada N tiene forma de peine para que la radiación solar llegue al semiconductor. (McGraw – Hill)

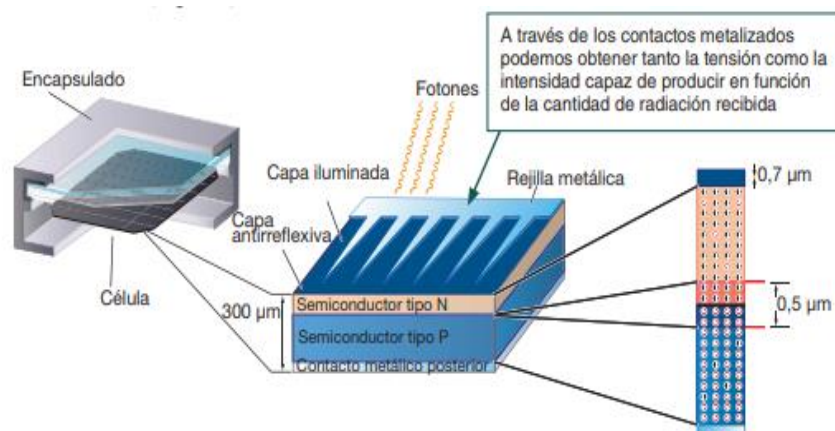


Figura 03: estructura de la célula solar

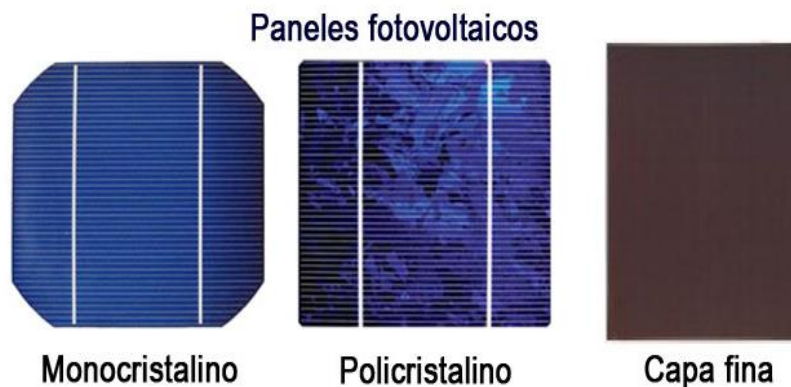


Figura 04: tipos de célula solar

2.5. Orientación del generador fotovoltaico⁶

La orientación del generador fotovoltaico está determinada por coordenadas angulares similares a las que se utilizan para determinar la posición del sol:

- a) Angulo de acimut (α):** Angulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la perpendicular a la superficie del generador y la dirección sur, vale 0° si coincide con la orientación sur, es positivo hacia el oeste y negativo hacia el este. Si coincide con el Este su valor es -90° y si coincide con el Oeste su valor es $+90^\circ$ (Instalaciones solares fotovoltaicas – Agustín Castejón)

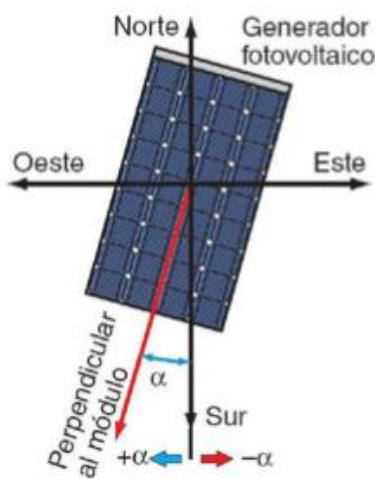


Figura 05: Angulo de acimut del modulo fotovoltaico

⁶ Instalaciones solares fotovoltaicas – Agustín Castejón Oliva – German Santamaria Hernanz ; Editex

b) **Angulo de inclinación (β):** El ángulo que forma la superficie del generador con el plano horizontal. Este valor es 0° si el módulo está orientado horizontalmente y 90° si está orientado verticalmente.

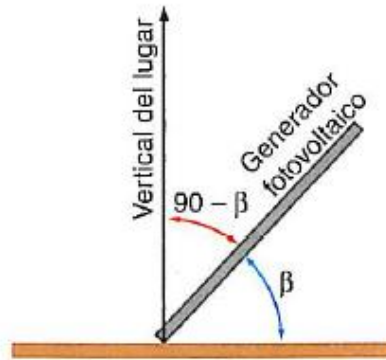


Figura 06: Angulo de inclinación de modulo fotovoltaico

2.6.Partes de un sistema fotovoltaico⁷

El panel fotovoltaico está constituido en su interior por las siguientes partes:

- **Cubierta:** Está hecho de vidrio templado que está diseñado para permitir que los rayos del sol lo atraviesen con la mayor facilidad posible.
Caracterizada por la resistencia mecánica, la cubierta reduce significativamente los reflejos y permite que entre más luz en la celda solar, aumentando el rendimiento. (Manual para calculo fotovoltaico – Electrosol ingenieros sac)
- **Eva (útil – vinilo – acetato):** La encapsulación generalmente agrega una película delgada y transparente de EVA . Se funde para formar un sello resistente a la humedad, aislante, transparente y robusto.

⁷ Manual para calculo fotovoltaico – Electrosol ingenieros Sac

- **Marco metálico:** Aluminio para asegurar la suficiente rigidez y estanqueidad del conjunto, incluyendo elementos de fijación para la estructura exterior del panel.
- **Caja de conexiones:** habituales en las instalaciones eléctricas, protegidos de la intemperie por medio de cajas estancas

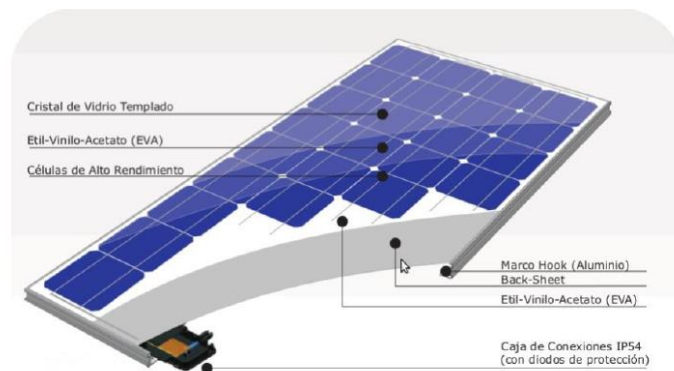


Figura 07: partes de panel fotovoltaico

2.6.1. Sistema fotovoltaico⁸

Un sistema fotovoltaico es una serie de dispositivos que reciben la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos se basan en la capacidad de las células solares para convertir la energía solar en energía eléctrica (CC). La producción de energía eléctrica depende de cuánto tiempo incide el sol sobre los paneles solares, el tipo y número de modelos instalados, la orientación, la inclinación, la cantidad de radiación solar, la calidad de la instalación y la potencia nominal.

⁸ <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>

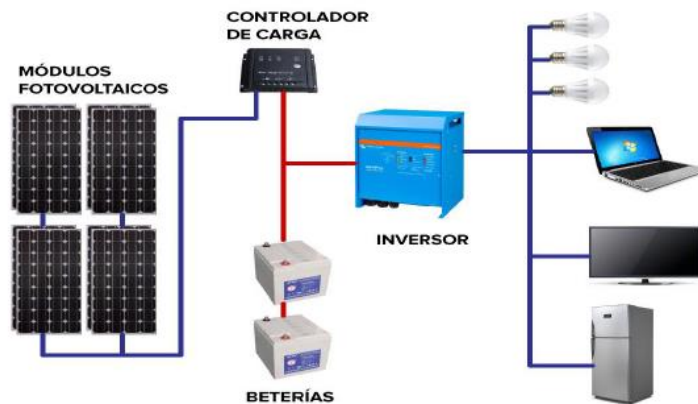


Figura 08: Sistema fotovoltaico

2.6.2. Regulador de tensión⁹

Se debe instalar un sistema de regulación en el punto de conexión entre el panel solar y la batería para que el sistema funcione correctamente. Este elemento se denomina regulador y es el encargado de evitar situaciones de carga y sobredescarga de la batería con el fin de prolongar la vida útil de la batería .

Entonces el controlador funciona en ambas zonas. El área de carga es responsable de asegurar una carga suficiente de la batería y evitar condiciones de sobrecarga. El área de descarga juega un papel importante para garantizar un suministro de energía diario suficiente y evitar una descarga excesiva de la batería.

⁹ Energía Renovable y eficiencia energética – Instituto tecnológica de canarias, primera edición 2008



Figura 09: Regulador de Tensión

2.6.3. Baterías (Acumuladores)¹⁰

Para garantizar el suministro de energía durante todas las horas del día en una instalación con nuestro sistema fotovoltaico se utilizan acumuladores o baterías.

Sus principales funciones son:

- a) Almacenar energía eléctrica cuando hay poca luz solar o cuando el consumo de energía eléctrica es bajo.
- b) Proporciona la energía eléctrica necesaria cuando hay poca o ninguna radiación solar. En las zonas rurales, la energía de las baterías se usa principalmente durante la noche para encender luces, radios y televisores.

¹⁰ Manual para calculo fotovoltaico – Electrosol ingenieros Sac

- c) Distribuir la energía eléctrica en forma estable y racional para el aprovechamiento de las instalaciones eléctricas . Por ejemplo, al encender el televisor o arrancar un pequeño motor eléctrico.



Figura 10: Baterías

2.6.4. Inversores ¹¹

El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna (220 V rms) correspondiente a la corriente de red. Forma parte integrante de las instalaciones conectadas a la red y está presente en la mayoría de las instalaciones autónomas, especialmente en las dedicadas a la electrificación doméstica.

¹¹ Instalaciones solares fotovoltaicas – Agustín Castejón Oliva , German Santamaría Herranz

Tipos de acuerdo a su aplicación:

a) Inversor OFF GRID:

Utilizados en sistemas aislados, algunas de sus características de funcionamiento son:

- Capacidad de sobrecarga (200% recomendable)
- El autoconsumo del inversor sin carga debe ser inferior al 2 % de la potencia nominal de salida. Se recomienda tener un sistema de reserva para reducir las pérdidas sin carga.

b) Inversor ON GRID:

Utilizados para los sistemas fotovoltaicos conectados a la red estos usan como referencia la señal proveniente de la red de distribución para su funcionamiento. Algunas de sus características son:

- Monitorización del punto de máxima potencia de un generador fotovoltaico. El inversor debe traer su rastreador MPP.
- Sistema de monitorización y desconexión de red. Si el tramo de la red de distribución al que está conectado no se utiliza. B. Debe desconectarse automáticamente para el mantenimiento del inversor.



Figura 11: Inversores

2.6.5. Conexiones serie y paralelo de paneles solares¹²

Los paneles fotovoltaicos pueden conectarse serie y paralelo de acuerdo a las necesidades de nuestra instalación. Al conectarse se cumplen las siguientes propiedades.

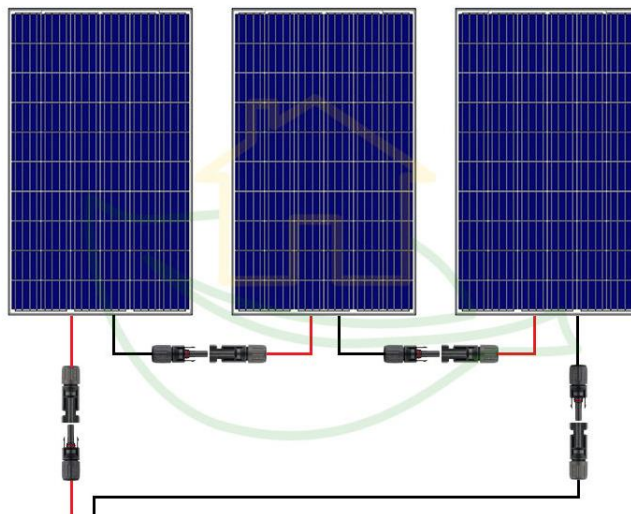


Figura 12: conexión serie

¹² <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>

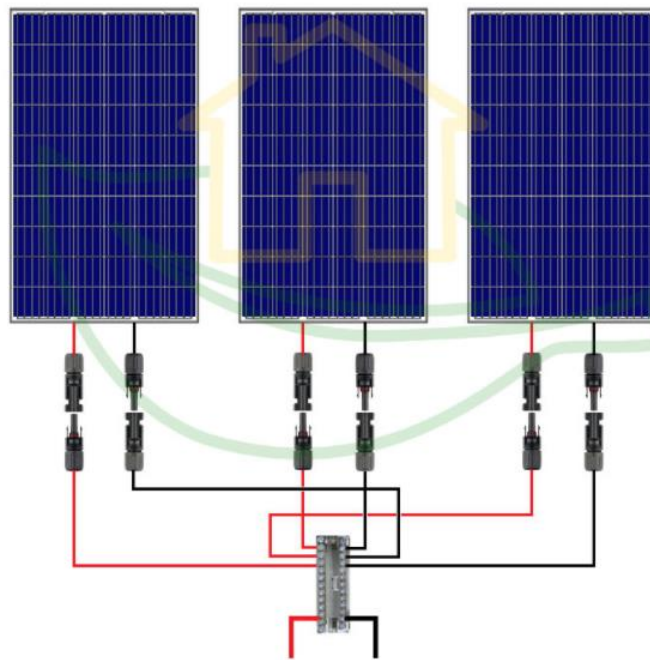


Figura 13: conexión paralelo

2.6.6. Conexión de baterías

Las baterías pueden conectarse en serie, paralelo y de manera mixta dependiendo de las necesidades de nuestra instalación

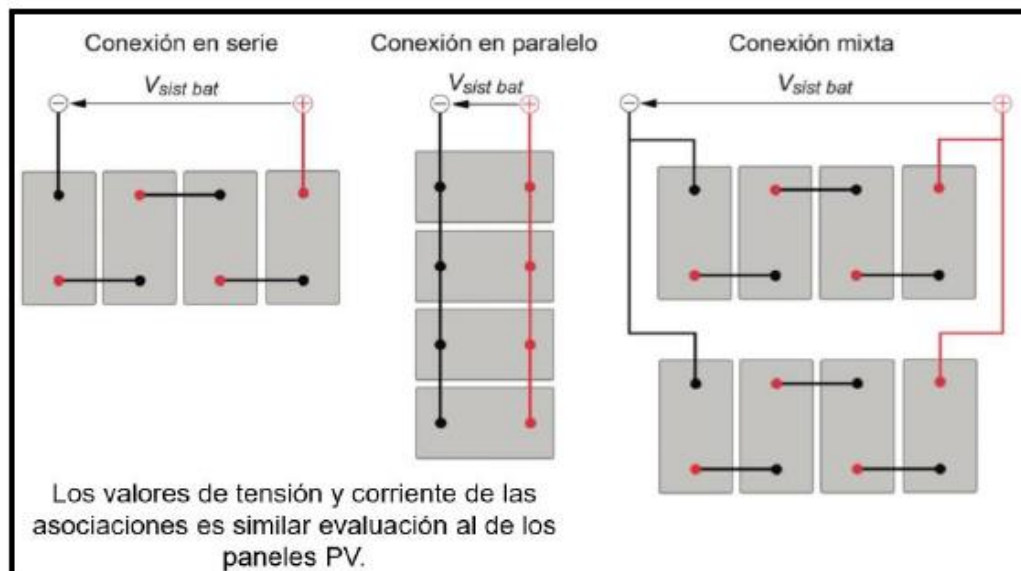


Figura 14: conexión de batería

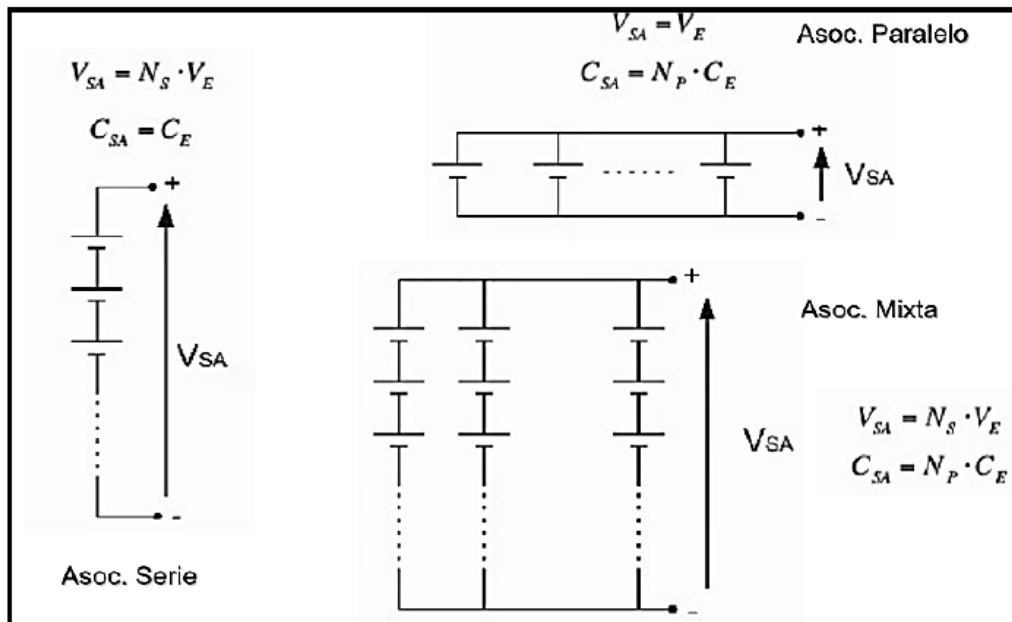


Figura 15: propiedades del conexionado de baterías

2.6.7. Avances en tecnología Solar Fotovoltaica

La tecnología fotovoltaica ha avanzado tanto en los últimos años que ahora existen módulos mucho más flexibles con láminas mucho más delgadas y livianas que los módulos tradicionales, tal es el caso de una celda solar que presento el M.I.T.

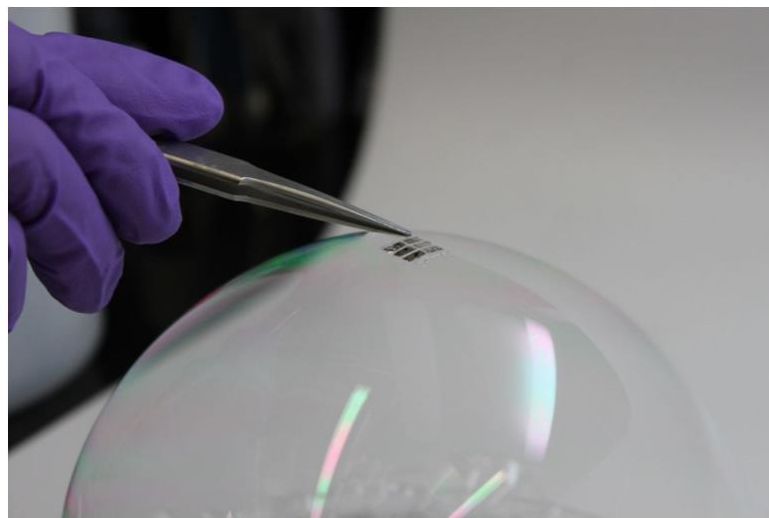


Figura 16: Célula solar ultrafina y flexible – M.I.T.

Como se muestra, la celda solar se asienta sobre la espuma sin romperse y se puede implementar en una variedad de dispositivos, como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles e incluso camisetas. Esta es una gran innovación, pero tiene sus límites. En este caso, por ejemplo, los rayos del sol no inciden perpendicularmente en las zonas con curvatura, por lo que hay menos insolación. Las temperaturas de la superficie aumentan debido a la falta de ventilación adecuada¹³

Otro avance realizado en la tecnología de módulos solares se refiere a nuevos materiales. Esto está destinado principalmente a reducir los costos de fabricación. Esto se debe a que su alto costo dificulta lograr una adopción masiva tanto a nivel de usuario como entre usuarios. Instalaciones residenciales y comerciales. El componente principal que se está estudiando actualmente es un grupo de cristales de perovskita. Este nombre se le da a un grupo de elementos con forma cristalina ortorrómbica, cuya fórmula general es $(A B O_3)$ en la que A y B son cationes de diferentes tamaños.

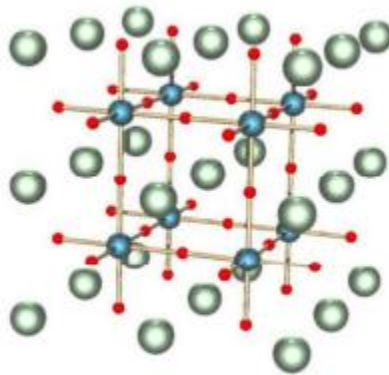


Figura 17: Estructura de la Perovskita

¹³ <https://news.mit.edu/2016/ultrathin-flexible-solar-cells-0226>

Las esferas rojas son átomos de oxígeno, las azules oscuras son pequeños cationes del metal B y las verdes son grandes cationes metálicos A. Las células solares de perovskita ahora son un 43 % más eficientes que las células convencionales.¹⁴

2.7. Energía Eólica¹⁵

La energía eólica es la energía cinética del viento. Para el aprovechamiento de dicha energía se han desarrollado a lo largo de la historia diferentes sistemas tecnológicos. Durante siglos, la aplicación clásica de la energía capturada por las máquinas eólicas ha sido la molienda de grano y el bombeo de agua. Sin embargo, en la actualidad, la aplicación más generalizada de la energía contenida en el viento es la producción de electricidad mediante aerogeneradores que aprovechando el conocimiento de múltiples disciplinas se diseñan construyen, operan con las tecnologías más avanzadas y se conectan, frecuentemente configurando los denominados parques eólicos, a algún tipo de red eléctrica.

¹⁴ <https://www.oxfordpv.com/perovskite-pv-transform-global-solar-market>

¹⁵ Energías Renovables - Jose M De Juana - Paraninfo

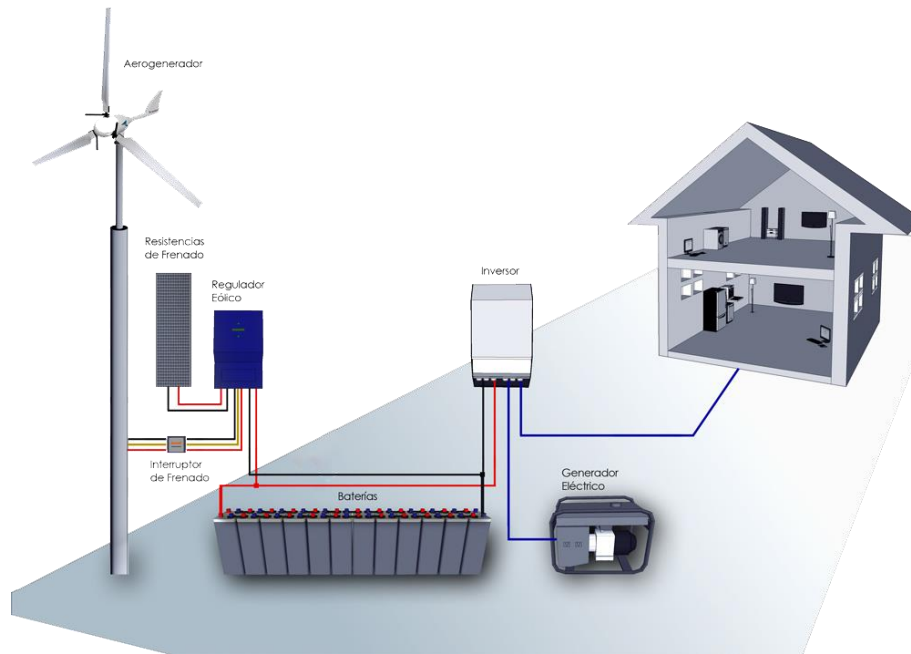


Figura 18: Sistema eólico

2.7.1. Potencia eólica disponible¹⁶

Una masa de aire en movimiento a una velocidad v tiene una energía cinética

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

La energía cinética por unidad de volumen será $e = \frac{1}{2} \rho v^2$, siendo ρ la densidad del aire, que a efectos prácticos puede suponerse prácticamente constante. El flujo de aire a través de superficie es $\Phi = V \cdot A$

La energía que fluye por unidad de tiempo, o potencia eólica disponible en una sección de área A perpendicular a la corriente de aire con velocidad v será el flujo de energía, es decir $P_d = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot v \cdot A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ por lo tanto la potencia disponible en las masas de aire en movimiento es directamente proporcional a la densidad, al área perpendicular

¹⁶ Curso de energía eólica – departamento de ingeniería eléctrica de la universidad de Zaragoza , joaquin Mur Amada

enfrentada al rotor y al cubo de la velocidad. En unidades de S.I. dicha potencia vendrá expresada en W.

Representando gráficamente la potencia disponible en función del diámetro de la máquina, con la densidad $\rho = 1.225 \text{ Kg/m}^3$, tendremos:

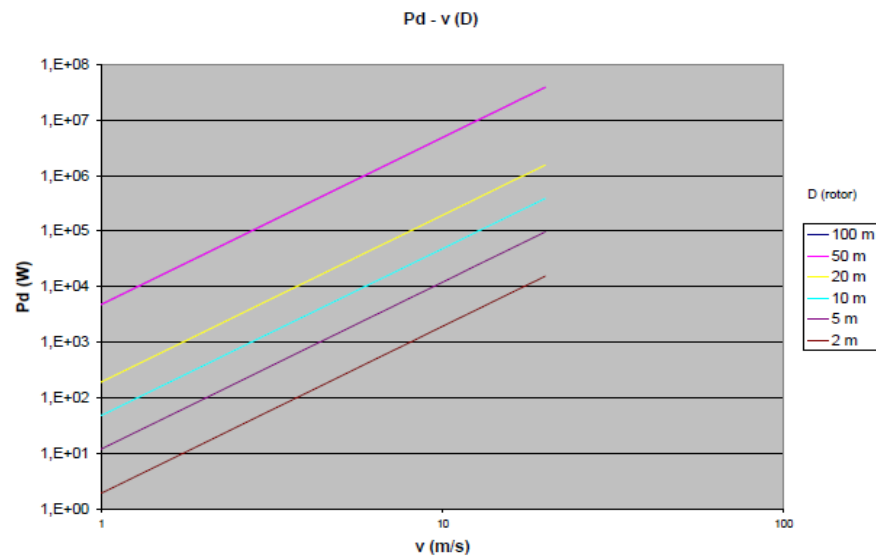


Figura 19: Gráfica de potencia eólica

De la gráfica se observa que a medida que aumenta el diámetro del rotor enfrentado al aire, y a medida que aumenta la velocidad, la potencia disponible en el viento aumenta.

2.7.2. Potencia eólica aprovechable

De acuerdo con la ecuación de conservación de la masa, no se puede utilizar toda la energía disponible en el aire. Además de las características del viento, la potencia disponible también depende de las características de funcionamiento de la máquina. También se deben considerar las pérdidas mecánicas de la caja de cambios y la eficiencia eléctrica del generador. Estos factores se consideran por separado. La figura de mérito de la turbina eólica se define como la fracción de energía contenida en el viento incidente que es realmente capturada por la turbina eólica. Esta es una medida de la eficiencia de la máquina.

$$P_d = 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \cdot C_p$$

donde:

P_d : potencia disponible

ρ : densidad del viento

A: área expuesta al viento incidente

V: velocidad del viento incidente

2.7.3. Teoría de la cantidad de movimiento. El límite de Betz

La teoría del momento fue un primer acercamiento simple al problema de los rotores sumergidos en el flujo de aire, pero al mismo tiempo, hizo posible obtener resultados generales muy generales a partir de unos pocos parámetros, lo que condujo a grandes avances. Aporta información muy útil para explicar el fenómeno y entender a qué nos enfrentamos. Como otras teorías de la autoestima, parte de una serie de hipótesis simplificadoras. En este caso, la hipótesis de Rankine y el fraude hipótesis son:

- El aire se considera un fluido ideal sin viscosidad en todo el campo de fluido excepto cerca del rotor.
- Los líquidos se consideran incompresibles. Dado que el viento se mueve en el rango subsónico , se puede suponer que la densidad es constante. Los problemas térmicos también se separan de los problemas de dinámica de fluidos.
- El estudio se realizará en régimen estacionario. Las variables dependerán del punto de trabajo que se tome y no del tiempo.
- No se considera la velocidad de giro del rotor ni la de su estela.
- Se considera al rotor como un disco poroso fijo, compuesto por infinitas palas de espesor despreciable.
- Las cantidades utilizadas para representar las variables del fluido en un segmento recto dado del tubo de corriente bajo consideración son las cantidades equivalentes de su perfil de distribución a lo largo del segmento bajo consideración.

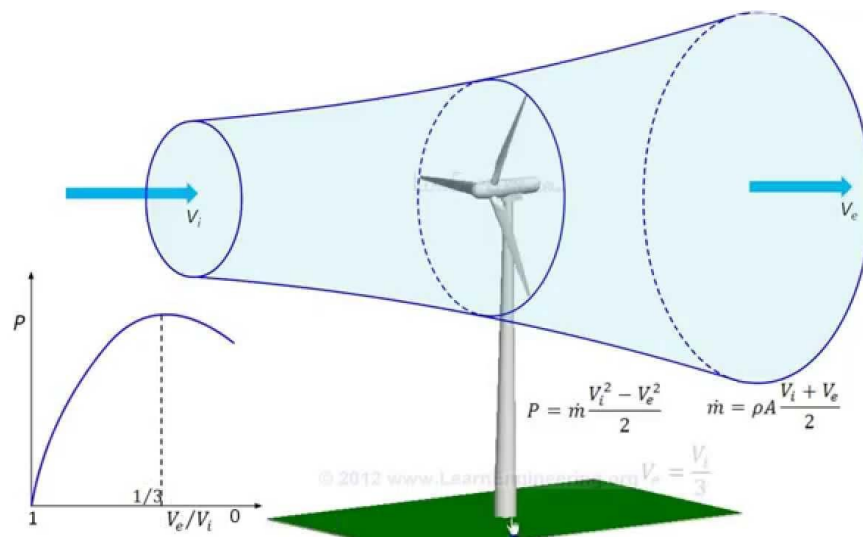


Figura 20: Cantidad de movimiento – Limite de Betz

- **Máxima potencia extraíble**

El rendimiento depende del área del rotor y de la velocidad del viento a través del rotor. V_1 viene dado por la velocidad del viento incidente. V_1

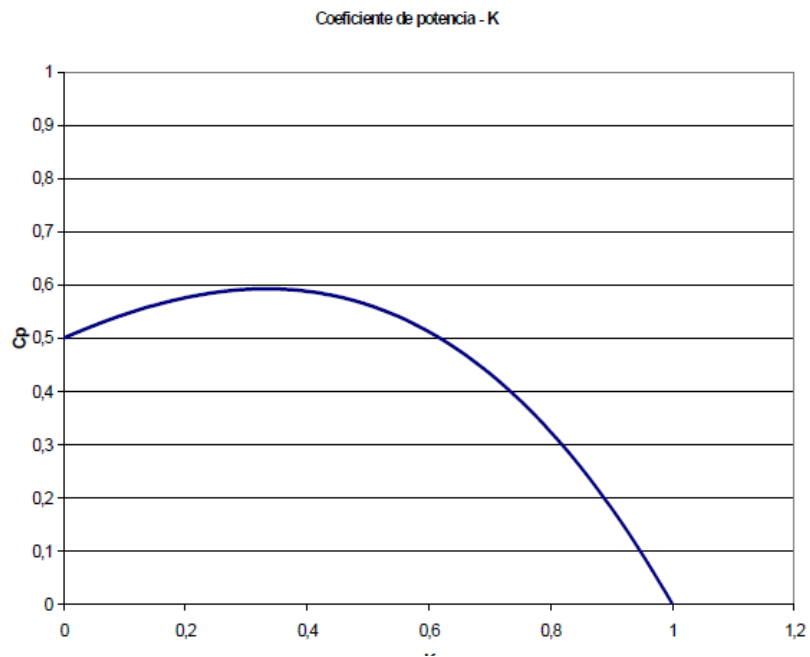


Figura 21: Coeficiente de potencia k

Dicha grafica presenta un máximo en las proximidades de 0.6. si damos valores numéricos.

$$C_{p \max} = \frac{\frac{8}{27} \cdot \rho \cdot a \cdot V_1^3}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot a \cdot V_1^3}$$

Se llega a la fórmula de Betz: $C_{p \max} = 0.5925$

Por tanto, como máximo, solo puede extraerse el 59.25% de la energía cinética que contiene una masa de aire en movimiento.

2.7.4. Distribución de Weibull¹⁷

Determinar el potencial eólico, está relacionado con establecer los parámetros de la ecuación de distribución de Weibull, correspondiente al parámetro de escala c en m/s que determina la velocidad promedio del viento en el lugar de estudio y el parámetro de forma k que indica el grado de dispersión de los registros, en estos se puede establecer la frecuencia con la que se manifiesta una velocidad determinada del viento, y es conocida como la distribución de la velocidad del viento de Weibull

$$P(V) = \left(\frac{k}{c}\right)^{k-1} \cdot \left(\frac{v}{c}\right) \cdot C \cdot \exp\left(-\frac{v}{c}\right)^k$$

Donde:

$P(V)$ = representa la probabilidad estadística de que ocurra una determinada velocidad v .

C = es el denominado el factor de escala (m/s) cuyo valor es cercano a la velocidad media.

K = es el factor adimensional de forma

La distribución de Rayleigh es un caso particular de Weibull con $k=2$.

¹⁷ Curso de energía eólica – departamento de ingeniería eléctrica de la universidad de Zaragoza – Joaquín Mur Amada

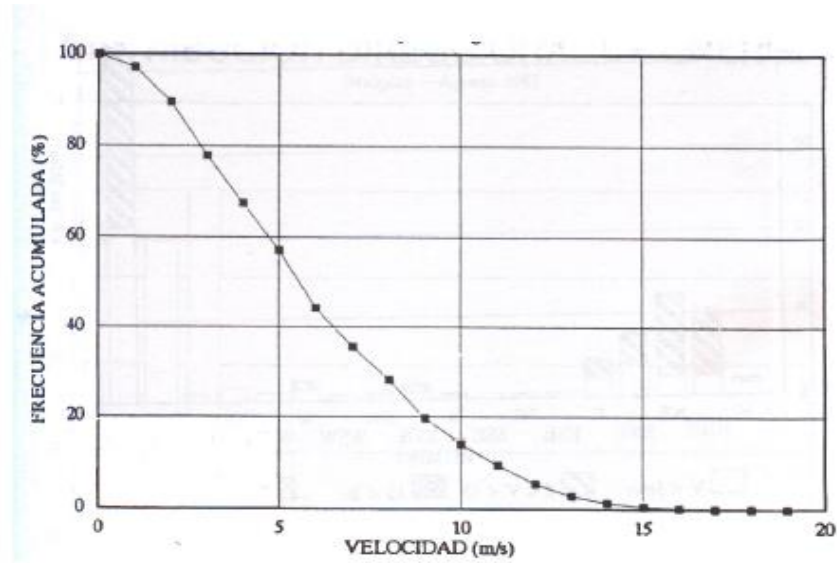


Figura 22: Distribución de Weibull

- **Aplicaciones**

La distribución de Weibull nos permite analizar varias propiedades del viento en función de los parámetros c y k .

- Probabilidad de que existan velocidades de viento superiores a una dada v_x

$$P(v \geq v_x) = e^{-\left(\frac{v_x}{c}\right)^k}$$

- Probabilidad de que existan velocidades de viento entre los límites de interés:

$$P(v_x < v < v_y) = e^{-\left(\frac{v_x}{c}\right)^k} - e^{-\left(\frac{v_y}{c}\right)^k}$$

2.7.5. Obtención y tratamiento de datos de viento

a) Parámetros típicos del potencial eólico.

- Condiciones generales del viento en una ubicación (promedio, diario, estacional, anual)
- Condiciones climáticas (temperatura, presión, humedad relativa, densidad del aire)
- Distribución de frecuencias de dirección.
- Variación temporal de la velocidad.
- Potencial eólico disponible
- Perfil vertical de velocidad
- Características de turbulencias

b) Toma de medidas

Los aparatos de medida necesarios en energía eólica son:

- Anemómetros para medir la velocidad del viento.
- Veletas para medir la dirección
- Termómetros para medir la temperatura ambiente del aire.
- Barómetros que mide la presión atmosférica del ambiente.

generalmente, las señales de los dispositivos de medición están conectadas a varios tipos de sistemas de registro

- Un dispositivo de integración.
- Un indicador.

- Un dispositivo de grabación, por ejemplo, el soporte magnético o electrónico.

- **Anemómetros**

Son instrumentos utilizados para determinar la velocidad del viento. Se pueden clasificar según su principio de funcionamiento. Al girar, se convierte en una copa o en una hélice.

Un anemómetro de cazoletas consta de tres o cuatro cazoletas montadas simétricamente alrededor de un eje vertical. La rueda de copa gira porque la fuerza del aire es mayor en el lado cóncavo que en el lado convexo. La velocidad de rotación es proporcional a la velocidad del viento. Esta rotación se puede medir de varias maneras. Estos incluyen contar el número de revoluciones mecánicamente, conectar el eje de la rueda a un potenciómetro a un pequeño generador para medir el voltaje instantáneo y usar un interruptor fotoeléctrico para medir su salida. Un anemómetro con tres copas semicónicas es el más utilizado. Un anemómetro de cazoletas tiene la gran ventaja de poder medir sus dos componentes horizontales del viento.

Un anemómetro de hélice se utiliza cuando se desea conocer la velocidad vertical del viento. Normalmente se coloca un conjunto de dos o tres anemómetros de hélice en un plano vertical para obtener las componentes de velocidad de los ejes principales (horizontal y vertical).



Figura 23: Anemómetro de cazoletas

- **Veleta**

El elemento tradicionalmente utilizado para medir la dirección del viento es la veleta. Consiste en un dispositivo que gira libremente montado en un eje vertical que puede moverse cuando el viento cambia de dirección. Los movimientos de las veletas suelen amortiguarse para evitar cambios repentinos en la dirección del viento. De manera similar, se puede obtener una medida de la dirección del viento resolviendo los registros de salida de dos anemómetros de hélice posicionados ortogonalmente .



Figura 24: veleta

2.7.6. Factores influyentes en el funcionamiento de un sistema eólico

- Los factores meteorológicos más importantes que afectan a la planificación, operación, emplazamiento y funcionamiento de los parques eólicos son:
- Velocidad media del viento, y sus variaciones, diarias, estacionales y anuales.
- Distribución de probabilidad de la velocidad
- Variación con el nivel de velocidad y dirección.
- Distribución de direccional y probabilidad de giros bruscos.
- Variaciones estacionales y diurnas de la densidad del aire y variaciones con altitud.
- Características de la serie temporal de viento fuerte y sin viento.
- Interacción entre retardos de máquinas en parques eólicos.
- Frecuencia de condiciones extremas de viento.
- Condiciones climáticas especiales.

2.7.7. Componentes de un aerogenerador¹⁸

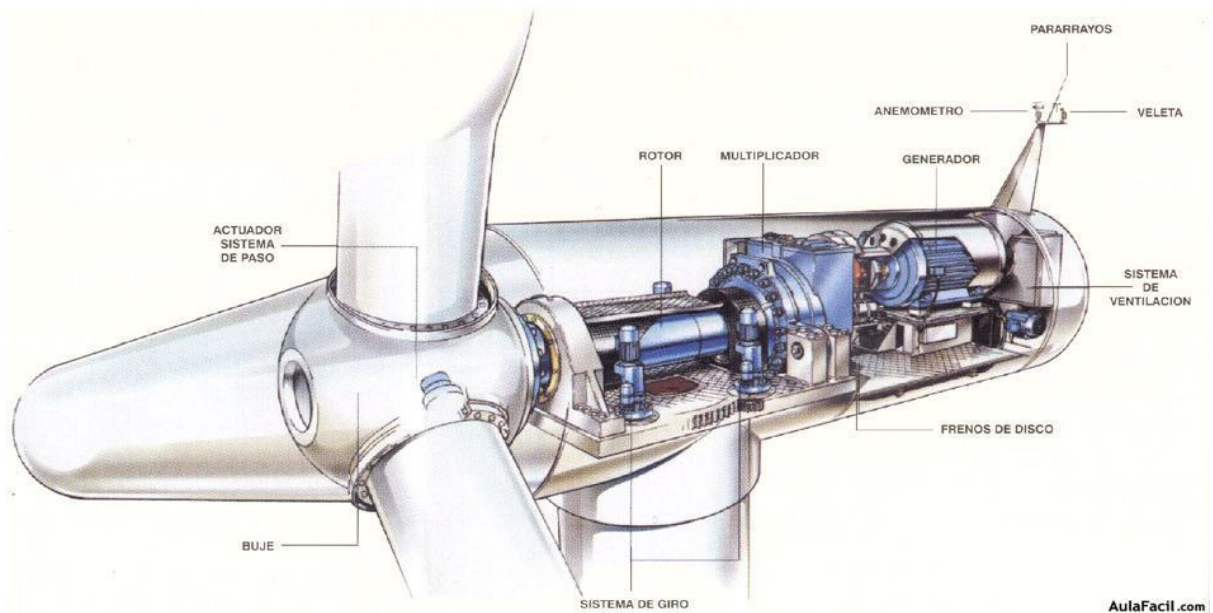


Figura 25: Componentes de un aerogenerador

a. **La Torre:** Soporta la góndola y el rotor y suele ser tubulares de acero.

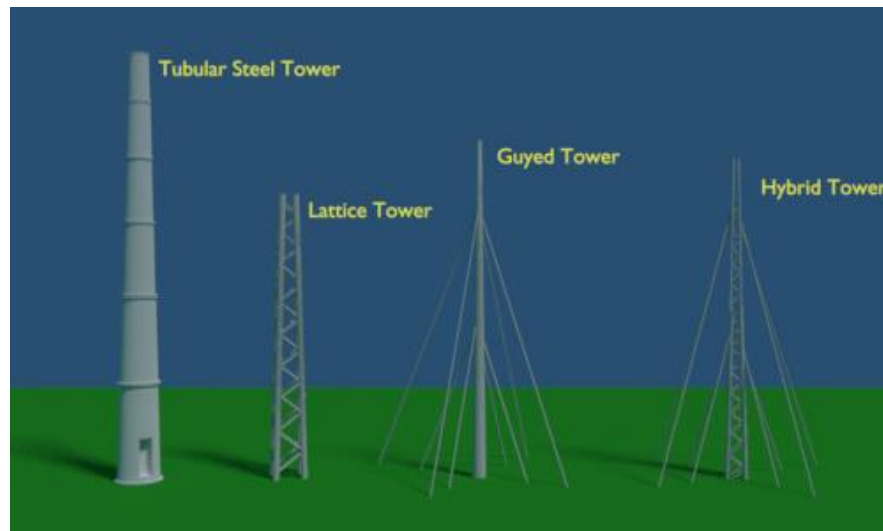


Figura 26: Torre

¹⁸ <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/energia-eolica/partes-de-un-aerogenerador-137049>

b. Rotor: Un conjunto que consta de cuchillas y bujes que las conectan. Se utiliza para convertir la energía eólica en energía mecánica. Cuanto mayor sea el área de barrido del rotor, mayor será la productividad. El rotor tiene:

- Un paso variable, que permiten que la cuchilla gire por sí sola
- De paso en que no se pueden girar.
- Velocidad variable cuando la velocidad de rotación del rotor es variable o constante.

c. Palas: Son muy similares a las de los aviones. Hoy en día la mayoría son sus tres hojas, generalmente fabricadas en poliéster con fibra de vidrio.



Figura 27: Palas de un rotor

- d. **Gondola:** en su interior contiene los diferentes dispositivos que van a transformar la energía mecánica del rotor en energía eléctrica, además en su exterior cuenta con el anemómetro y una veleta que facilitan información continua a todo el sistema para su control.
- e. **Multiplificador:** Multiplica la velocidad de giro que llega del rotor para adaptarla a las necesidades del generador. El movimiento de giro de los aerogeneradores suele ser bastante lento. El rotor de la turbina de 1500 Kw de potencia, suele girar a una velocidad de 10 – 20 revoluciones por minuto. El multiplicador aumentara esta velocidad hasta las 1500 revoluciones por minuto.

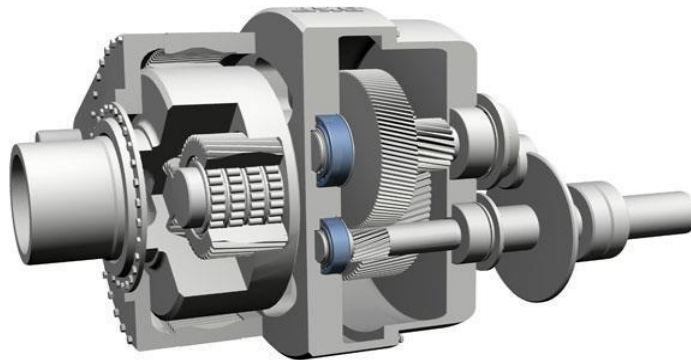


Figura 28: Multiplificador

- f. **Generador:** convierte la energía mecánica en energía eléctrica, como un dinamo de bicicleta, pero generalmente produce corriente alterna. El alternador es:



Figura 29: Generador

- g. **Controlador electrónico:** Una computadora controla continuamente el estado operativo de la turbina eólica analizando las señales registradas por múltiples sensores que miden la temperatura, la presión, la velocidad y dirección del viento, el voltaje y la corriente, y la vibración.



Figura 30: Controlador electrónico

- h. Sistemas hidráulicos:** Son elementos auxiliares que permiten activar el giro de las palas sobre su eje, el frenado del rotor, o el giro y frenado de la góndola.
- i. Sistema de orientación:** Las turbinas eólicas tienen un sistema de orientación que utiliza datos recopilados de la veleta para orientar el rotor perpendicular al viento.
- j. Unidad de refrigeración:** Se incluye un ventilador eléctrico para enfriar el generador. También incorpora una unidad de refrigeración de aceite para enfriar el aceite multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores enfriados por agua.

2.7.8. Tipos de Generadores¹⁹

- a) Aerogeneradores de eje horizontal:** son los más utilizados. Deben mantenerse paralelos al viento. Esto requiere arreglos previos para que el viento actúe sobre las palas y haga girar el eje. Estos aerogeneradores incluyen:
 - **De potencia baja o media (0 – 50 KW) :** Suelen tener muchas palas (hasta 24). Se utilizan en zonas rurales y como complemento a la vivienda.

¹⁹ <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/10/energia-eolica.pdf>

- **De alta potencia (más de 50 Kw);** Suelen tener 3, pero suelen tener hasta 4 palas de pala. Requieren velocidades de viento superiores a 5 m/s y se utilizan industrialmente y se colocan en parques y aerogeneradores.



Figura 31: Aerogenerador de eje horizontal

b) **Aerogenerador de eje vertical²⁰**: Su desarrollo tecnológico es menos avanzado que su antecesor y su uso es bajo, pero tiene perspectivas de crecimiento. Sin necesidad de dar la vuelta y menor resistencia al viento. El funcionamiento de este tipo de aerogenerador es similar al de un eje horizontal. El viento golpea las palas del aerogenerador, haciéndolas girar, y esta rotación se transmite al generador a través del sistema de caja de cambios. Los generadores producen energía que se desvía a las líneas de transmisión. Se requiere un acumulador para asegurar el suministro de energía en todo momento.

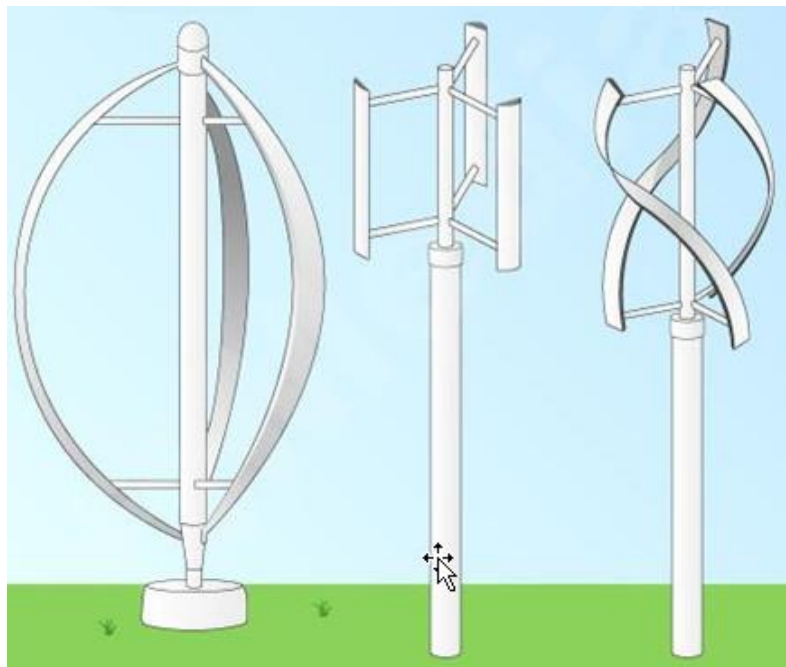


Figura 32: Aerogenerador de eje vertical

²⁰ <https://www.uv.es/~navasqui/OtrosAerogeneradores/Aerogen-vertical.pdf>

2.7.9. Aplicaciones

- **Energía mecánica:** Bombeo de agua y riego
- **Energía térmica:** Climatización y refrigeración de almacenes, refrigeración de productos agrícolas, secado de cultivos, calentamiento de agua.
- **Energía eléctrica:** De aplicación más frecuente, requiere la interconexión de su sistema de almacenamiento o generación autónoma de energía con la red de distribución.

2.7.10. Ventajas e inconvenientes

Tabla 01:

Ventajas e inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Es una energía limpia, no emite residuos	El parque eólico exige construir infinidad de ellas, lo cual es costoso.
Es gratuita e inagotable	La producción de energía es irregular, depende del viento, su velocidad y duración. La instalación sólo puede realizarse en zonas de vientos fuertes y regulares. El terreno no puede ser muy abrupto.
Reduce el consumo de combustibles fósiles, por lo que contribuye a evitar el efecto invernadero y la lluvia ácida, es decir, reduce el cambio climático	Puede afectar a la fauna, especialmente aves, por impacto con las palas
	Contaminación acústica y visual

Fuente: Tecnología industrial IES Villalba Hervás

2.7.11. Sistema de híbrido²¹

Se puede denominar híbrido a un sistema de generación que incluye fuentes convencionales y no convencionales, también puede llamarse híbrido el sistema compuesto por más de una fuente sea cual sea, renovable o no.

- **Configuración de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico**

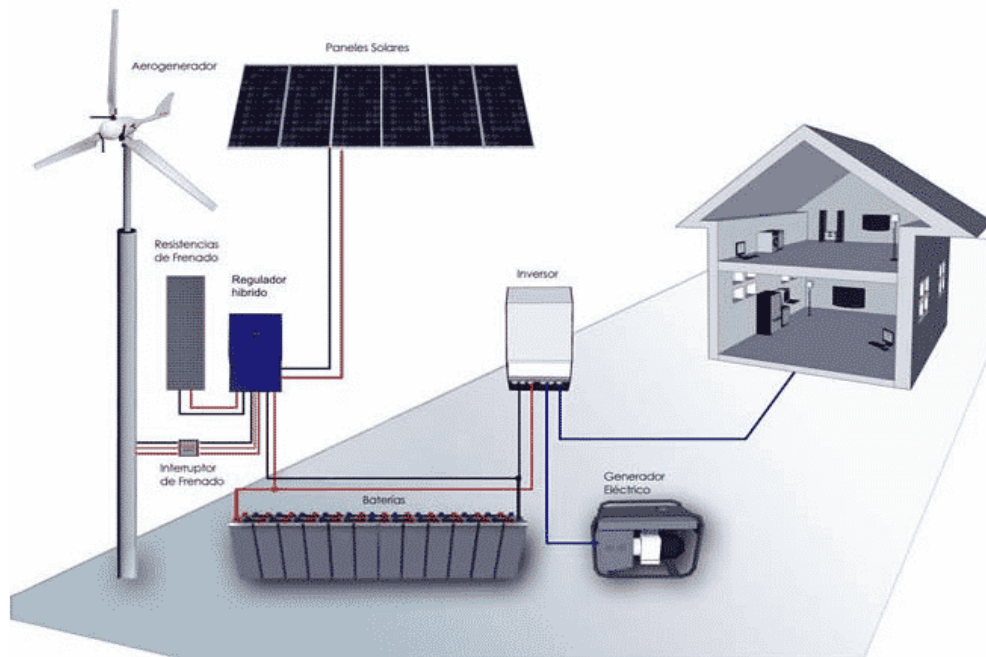


Figura 33: sistema híbrido

²¹ <https://cumbrepuebloscop20.org/energias/solar/sistema-hibrido/>

2.7.12. Ventajas de un sistema híbrido

- Fuente de alimentación continua: los sistemas híbridos suministran energía continuamente, sin interrupción alguna.
- Reducción de costos conjuntos de operación por la similitud de los sistemas.
- Eliminación de dependencia de una única forma de energía.

2.8. Hidrogeno verde

Un inconveniente de generar electricidad a partir de energía solar es su variabilidad en la disponibilidad del ciclo diario. El sistema de energía solar funciona solo durante el día.

La solución a este problema es usar hidrógeno almacenado para reemplazar el desorden causado por los recursos solares. Sin embargo, los métodos utilizados hoy en día para producir hidrógeno a partir de gas natural, carbón o petróleo causan una contaminación ambiental significativa. Sin embargo, como alternativa existe el llamado hidrógeno verde.

El hidrógeno se obtiene electrolizando el agua. Dado que el proceso requiere energía eléctrica, el hidrógeno está disponible sin ser emitido en el proceso cuando se utiliza la generación de energía a partir de fuentes regenerativas.

Así nació la idea de evaluar soluciones a la intermitencia de plantas fotovoltaicas mediante la captación de energía fotovoltaica.

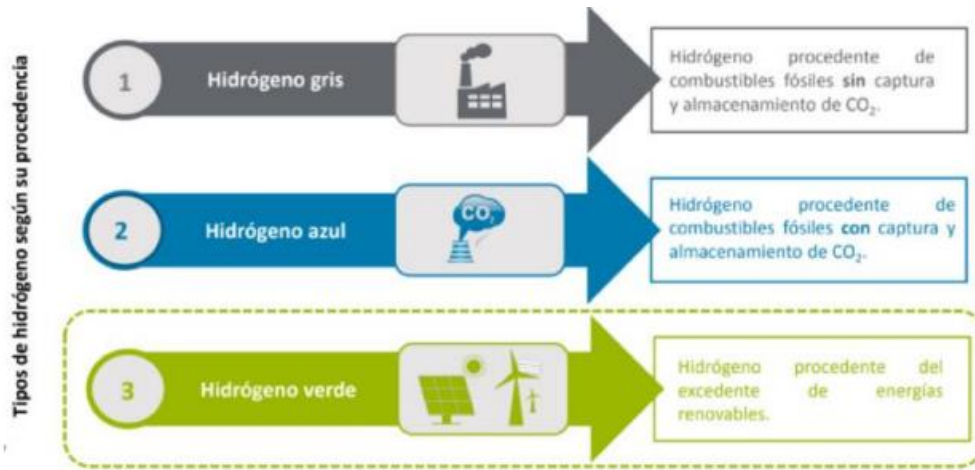


Figura 34: Tipos de hidrogeno según su origen

2.8.1. Hidrogeno y su Propiedades²²

En condiciones normales, el hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido y no tóxico. Es el elemento más simple conocido por el hombre. Un átomo de hidrógeno tiene sólo un protón y un electrón. Por lo general, existe como una molécula diatómica. Es el elemento más común en el universo y el tercer elemento más común en la tierra. El hidrógeno no existe en su forma pura en la Tierra. Por lo tanto, debe fabricarse a través de varios procesos.

- Termoquímica: utiliza calor y reacciones químicas para producir hidrógeno a partir de combustibles convencionales o biomasa.

Electrolíticos: el agua (H_2O) se disocia en hidrogeno (H_2) y oxigeno (O_2) usando electricidad.

²² El hidrogeno y la energía – José Ignacio Linares Hurtado Colección avances de ingeniería

- **Biológica:** Los microorganismos como las bacterias y las algas pueden producir hidrógeno a través de procesos biológicos únicos. Otros procesos: como la fotocátalisis y la descomposición biológica del agua.

La producción de Hidrogeno con fines energéticos se clasifica por colores que hacen referencia a que tan limpia o no es su generación. En la actualidad se obtiene hidrogeno a partir de las fuentes presentadas a continuación. De las cuales casi la mitad es a partir de gas natural (48%) denominado hidrogeno azul. El hidrogeno verde es todo aquel hidrogeno que se produce a partir de fuentes de energías limpias (renovables , solar , eólica) (4%) a traves de la electrolisis del agua. Mientras que el hidrogeno negro es producido a partir del petróleo (30%) y carbon (18%)

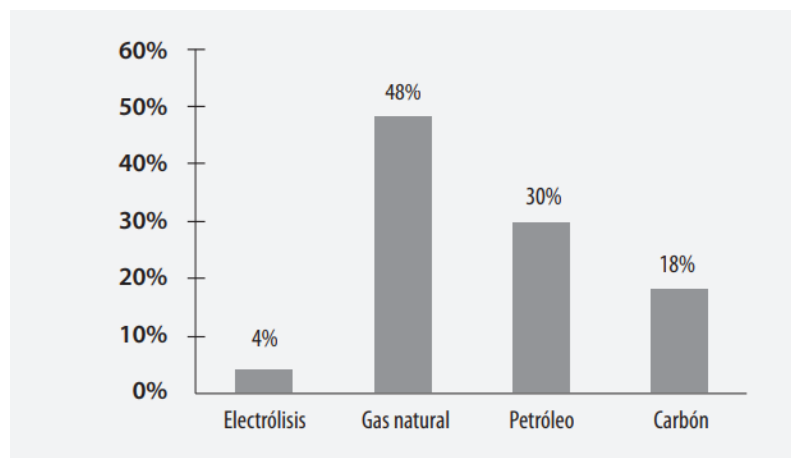
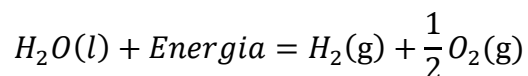


Figura 35: Origen del Hidrogeno Producido en la Actualidad

2.8.2. Producción de Hidrogeno : Electrolisis²³

De las alternativas disponibles para generar hidrogeno usando energías renovables, la electrolisis del agua constituye el proceso más importante. Consiste en descomponer el agua en los elementos que lo conforman (H_2 y O_2) mediante la aplicación de una potencia eléctrica en un dispositivo denominado electrolizador. De los diferentes tipos que existen; la electrolisis alcalina y PEM (Protón Exchange Membrane), son las principales tecnologías.

La ecuación básica de la electrolisis del agua se escribe como:



Tecnología que utiliza la electricidad para generar energía limpia que no contamina.

²³ Trabajo de investigación “ Produccion y almacenamiento de Hidrogeno verde para aplicaciones energéticas en Chile -Universidad de Chile – Autor (a) Renata Belen Cancino Silva

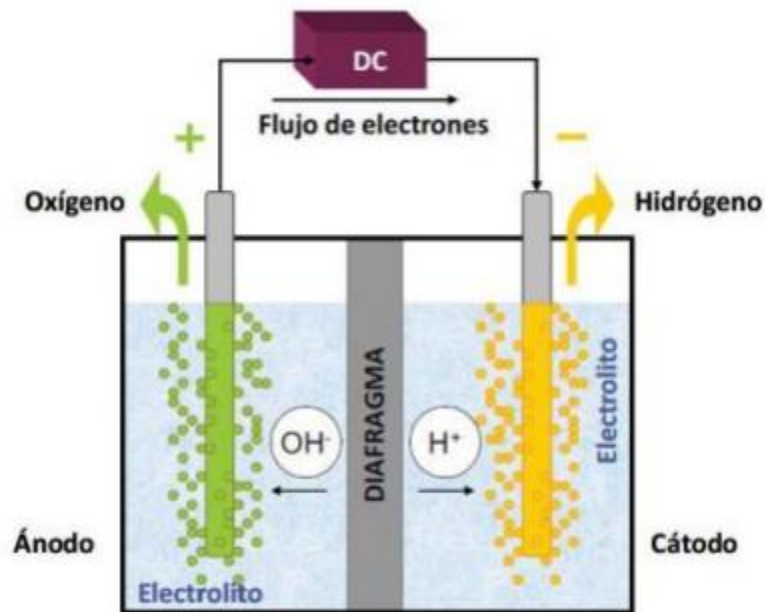


Figura 36: Diagrama de Electrolisis del Agua

2.8.3. Electrolizador

El proceso por el cual se generan Hidrogeno y oxigeno a partir del agua es denominado electrolisis. El proceso consiste en romper el agua usando electricidad.

El uso de electricidad, como fuente energética para la producción de hidrogeno es limpio y seguro. El método mas conocido es la electrolisis del agua, produciéndose hidrogeno y oxigeno. Para una producción limpia de emisiones de C_2O puede emplearse electricidad de las fuentes renovables como solar, fotovoltaica

2.8.4. Tipos de Electrolizadores

- Electrolizador Alcalino
- Electrolizador de Membrana de intercambio protónico (PEM)
- Electrolizador de Membrana de Estado Solido (SOE)

2.8.4.1. Electrolizador Alcalino

Es el principal tipo de electrolizador y más utilizado en la actualidad principalmente en aplicaciones industriales.

Este tipo de Electrolizador utiliza un líquido electrolítico de solución acuosa con pH básico, generalmente de Hidróxido de potasio (KOH)

o Hidróxido de sodio (NaOH) con el fin de mejorar la conductividad eléctrica del agua. Estos dispositivos pueden llegar a tamaños entre 2 a 3 MW, produciendo entre 40 a 70 Kg de hidrogeno por hora, la temperatura de operación va entre los 60 a 80 °C y trabajan generalmente a presión atmosférica. Esta es la mas madura en la generación por electrolisis del agua, ya que se podían encontrar equipos operando a inicios del siglo XX. La vida útil es de 15 años. Estimándose entre 60.000 a 90.000 horas de operación con eficiencias entre 47 y 82% y pureza del hidrogeno sobre el 99.5%; las celdas convencionales operan a voltajes entre electrodos de 1.8 -2.2V, con densidades de corriente por debajo de 0.4 A/cm², los electrolizadores avanzados trabajan a voltajes relativamente bajos, sobre 1.6V, y densidades de corrientes mas elevadas, hasta 2A/cm²

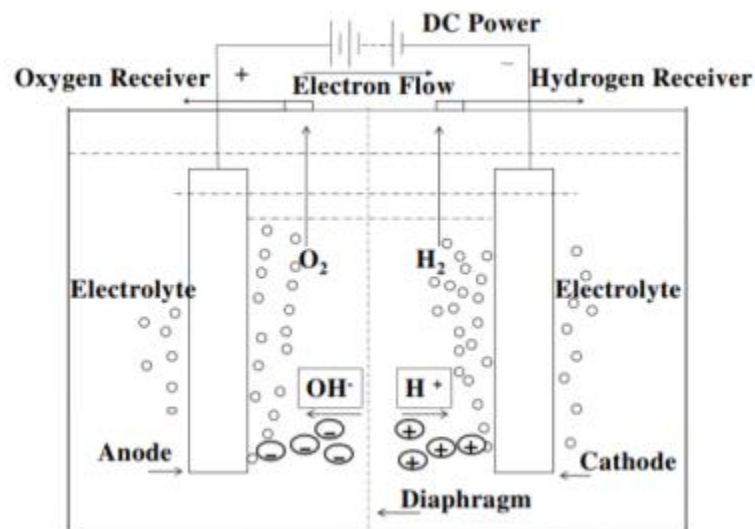


Figura 37: Electrolisis Alcalina

2.8.4.2. Electrolizador de Membrana de intercambio Protonico (PEM)

Son considerados como la opción a largo plazo mas prometedora, actualmente son ideales para aplicaciones a pequeña o mediana escala, tales como alimentacion de coches aplicaciones pequeñas donde la unidad puede ser utilizada para producir hidrogeno utilizando una fuente de energia renovable como la solar. Estos electrolizadores pueden verse muy beneficiados por el desarrollo técnico que se esta llevando a cabo sobre las pilas de combustible PEM y de su producción en masa. Los electrolizadores PEM funcionan bien para sistemas de energías renovables donde el suministro de energía es muy variable. Esta tecnología utiliza una membrana polimerica con carácter acido, la cual es responsable del intercambio de protones del hidrogeno. Los electrodos normalmente son de metales nobles como el platino o iridio.

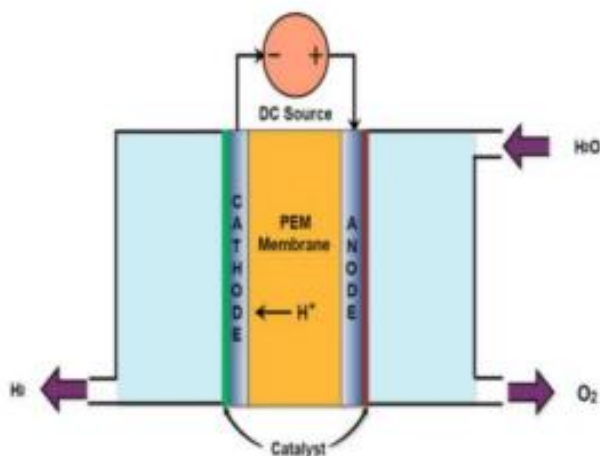


Figura 38: Electrolisis PEM

2.8.4.3. Electrolizador de membrana de estado solido (SOE)

Los electrolizadores de membrana de estado solido representan la tecnología menos madura, pero a diferencia de las dos anteriores la que presenta una mayor eficiencia, así como una disminución del consumo eléctrico. En estos electrolizadores el gas pasa a través del electrodo hasta llegar a la superficie del electrolito solido, los iones de oxígeno viajan al ánodo y allí se oxidan a oxígeno y ocurre la difusión fuera del electrodo. Al cátodo llegan los electrones y es donde ocurre la reacción de reducción.

2.8.5. Hidrógeno líquido, proceso de licuefacción²⁴

El hidrógeno líquido se obtiene por licuefacción. La licuefacción es el proceso de convertir un gas en líquido cambiando las condiciones de presión y temperatura. El proceso utiliza una combinación de intercambiadores de calor, compresores y válvulas de expansión para proporcionar el enfriamiento necesario y producir el líquido. Se elimina el líquido y el gas enfriado se devuelve al compresor a través de un intercambiador de calor.

Los ciclos de licuefacción de hidrógeno se pueden dividir en dos grupos principales: ciclos de licuefacción de Claude y ciclos de licuefacción de Linde Hampson. Hay algunas diferencias importantes entre estos dos ciclos. El primer ciclo usa el expansor para el proceso de expansión y el

²⁴ Trabajo de investigación “ Producción y almacenamiento de Hidrógeno verde para Aplicaciones Energéticas – Universidad de Chile – Departamento de Ingeniería Mecánica. Renata Belén Cancino Silva

último ciclo usa la válvula de expansión. La elección de un ciclo termodinámico en particular depende principalmente del tamaño esperado de la planta, el nivel de tecnología disponible, el costo del equipo y la eficiencia del ciclo.

Es importante destacar los estados del hidrogeno antes y después de la licuefacción:

- Estado inicial: $T(K)=298.2$ $P(kPa)=100$
- Estado final: $T(K)= 20$ $P(kPa) = 100$

2.8.5.1.Ciclo Linde Hampson

El ciclo de licuefacción mas sencillo es el ciclo de Linde Hampson o ciclo de expansión de Joule -Thompson.

El gas primero sufre una compresión isotérmica, a temperatura ambiente, $1 \rightarrow 2$, después un enfriamiento a presión constante en un intercambiador de calor, $2 \rightarrow 3$ y finalmente una expansión isentalpica, $3 \rightarrow 4$ y $4 \rightarrow 5$ en este ultimo proceso parte del gas se licua y el resto es recirculado por el intercambiador de calor y vuelta al compresor para cerrar el ciclo $5 \rightarrow 1$

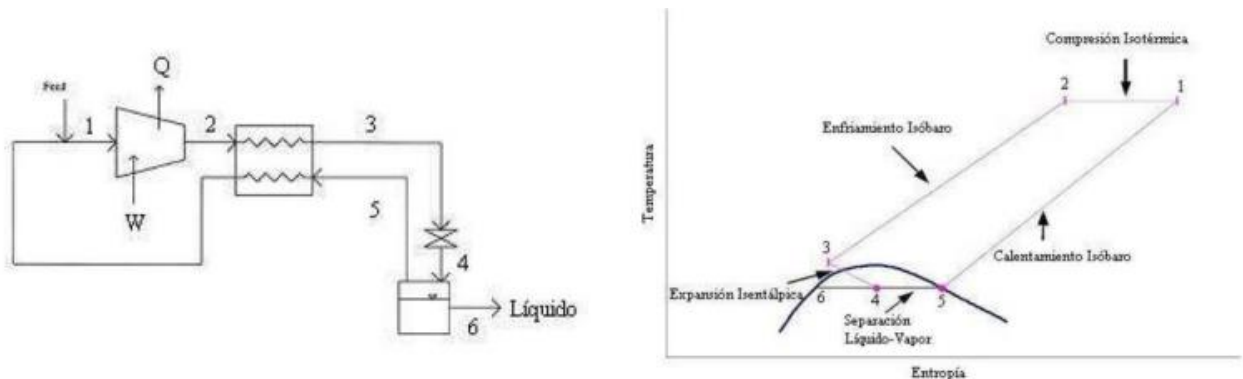


Figura 39: Ciclo Linde Hampson – Diagrama Temperatura - Entropía

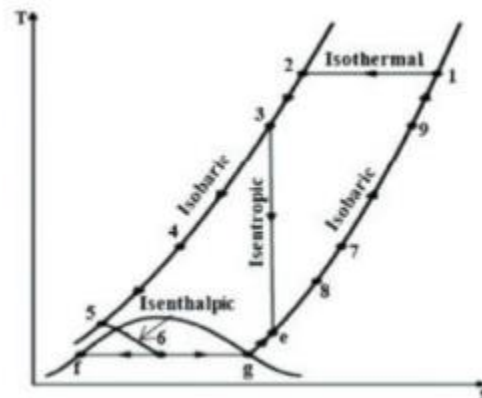
El ciclo de Linde-Hampson funciona en gases, como el nitrógeno, que se enfrían al expansionarse a temperatura ambiente. Sin embargo, el hidrógeno, se calienta al expansionarse a temperatura ambiente. Para enfriar el hidrógeno gaseoso en la expansión, su temperatura debe ser menor que su temperatura de inversión, que es $202K$ ($-95^{\circ}C$). Para alcanzar dicha temperatura de inversión, los procesos modernos de licuación utilizan nitrógeno líquido para preenfriar el hidrógeno gaseoso hasta una temperatura inferior a $78K$ ($-319^{\circ}C$) antes de la primera expansión de la válvula (Ciclo Linde-Hampson con preenfriamiento). El nitrógeno gaseoso es reciclado en un ciclo continuo de refrigeración.

2.8.5.2. Ciclo Claude

La mayoría de los procesos de licuefacción de hidrógeno a gran escala se basan en el ciclo de Claude, donde el hidrógeno es tanto el producto como el fluido de trabajo. Uno o más intercambiadores de calor reducen la temperatura del fluido de trabajo y una válvula Joule-Thomson fuerza al fluido a un estado de dos fases una vez que el líquido saturado se retira del circuito. La entrada de gas en el extremo caliente mantiene constante la masa de hidrógeno en el sistema. Las modificaciones al ciclo Claude incluyen la adición de un segundo compresor. El primero comprime hidrógeno de baja a media presión, el segundo de media a alta presión. En este caso, el expansor opera entre media y baja presión, enfriando aún más el gas de alta presión de

The diagram illustrates a Joule-Thomson liquefaction cycle. It consists of the following components and flow paths:

- Compressor:** Takes in make-up gas at point 1 and compresses it to point 2, with work input \dot{W}_c and heat transfer \dot{Q}_n .
- Heat Exchangers:** Three heat exchangers are used to pre-cool the gas. The first heat exchanger (3-4) cools the gas from point 2 to point 3. The second heat exchanger (5-6) cools the gas from point 4 to point 5. The third heat exchanger (7-8) cools the gas from point 6 to point 7. The gas then passes through the J-T valve (12-13) to reach point 14.
- Expander:** The gas from point 9 expands through an expander to point 10, with work output \dot{W}_e .
- J-T Valve:** The gas from point 11 passes through a Joule-Thomson valve to point 12, where it begins to liquefy.
- Liquid Collection:** The liquid product is collected in a tank at point 14.
- Flow Labels:**
 - \dot{m} : Mass flow rate of make-up gas.
 - $(\dot{m} - \dot{m}_f)$: Mass flow rate of gas entering the heat exchangers.
 - \dot{m}_f : Mass flow rate of gas leaving the heat exchangers.
 - \dot{m}_l : Mass flow rate of liquid product.



Energía asociada al ciclo de licuefacción de Claude. El ciclo de licuefacción de Linde-Hampson, por otro lado, tiene costos generales de equipo más bajos.

Cuando el hidrógeno se utiliza en forma gaseosa, generalmente debe comprimirse a una presión elevada, un proceso que requiere trabajo en el gas. Sin embargo, el cálculo preciso del trabajo de compresión de hidrógeno requiere el conocimiento de una ecuación de estado apropiada y de una ecuación calorífica, información que no está ampliamente disponible. Para simplificar los cálculos, muchos investigadores consideran la compresión de hidrógeno como un proceso isentrópico (adiabático), es decir, suponen

que durante la compresión no hay intercambio de calor entre el compresor y el medio ambiente y el proceso es reversible. Sin embargo, se pueden inducir errores significativos al considerar que el hidrógeno se comporta como un gas ideal a alta presión. Según la termodinámica, la forma real de compresión suele estar entre las condiciones teóricas de compresión isotérmica y compresión isentrópica, que representan un límite inferior y superior del trabajo de compresión respectivamente. En aplicaciones prácticas, la compresión del hidrógeno no es ni isotérmica, ni isentrópica, ni adiabática.. Este proceso se aborda mejor mediante termodinámica utilizando una ruta politrópica reversible.

2.8.7. Almacenamiento del Hidrogeno²⁵

2.8.7.1. Almacenamiento de Hidrogeno liquido criogénico LH_2

El hidrógeno en forma líquida tiene una densidad de energía considerablemente más alta que en su forma gaseosa, por lo que es un medio de almacenamiento atractivo. Esta tecnología de almacenamiento de hidrógeno es bastante efectiva, pero tiene desventajas, principalmente la energía requerida para licuar el gas y el estricto control necesario sobre la estabilidad de la temperatura del contenedor para evitar cualquier riesgo de sobrepresión. También requiere recipientes criogénicos y sufre pérdidas de hidrógeno a través de la evaporación de los recipientes, particularmente los más pequeños (tienen una mayor

²⁵ Almacenamiento de Hidrogeno – Iñaki Azkarate

relación superficie/volumen que los recipientes grandes, por lo tanto, mayores pérdidas de hidrógeno).

Los recipientes criogénicos utilizados para almacenar hidrógeno líquido son recipientes metálicos de doble pared con aislamiento, intercalados entre las paredes. Para minimizar, si no eliminar, las pérdidas térmicas, los efectos de la radiación térmica, la convección y la conducción térmica deben tenerse en cuenta al diseñar los recipientes. El recipiente interno que contiene el hidrógeno criogénico está aislado con un material de varias capas con separadores entre cada capa que actúan como barreras térmicas. Este recipiente interno se monta dentro del recipiente externo por medio de accesorios internos especialmente diseñados. El volumen resultante entre los dos recipientes se evacua para evitar posibles fugas de calor por convección térmica. El almacenamiento criogénico debido a la baja presión de trabajo en comparación con los sistemas de almacenamiento de alta presión tiene un gran potencial para reducir el peso mediante el uso de nuevos materiales compuestos con un rendimiento mejorado. Con tales sistemas, se puede lograr una masa de almacenamiento de energía específica similar a los estanques de combustible convencionales. A pesar de que hay mucha precaución en la parte de diseño de estos estanques de almacenamiento para garantizar la protección contra la entrada de calor no deseada, los líquidos criogénicos y, por lo tanto, el hidrógeno se evapora ("hierve") debido al impacto del calor en el sistema del estanque. Este fenómeno no se puede evitar, sino que solo se minimiza.



Figura 41: Representación esquemática de almacenamiento de Hidrogeno criogénico

2.8.7.2. Almacenamiento de Hidrogeno gaseoso comprimido CGH_2

Esta es una de las tecnologías de almacenamiento más simples, más comunes y eficientes en uso. El hidrógeno a alta presión se almacena en estanques de paredes gruesas (principalmente de forma cilíndrica o cuasi-conformable) hechos de materiales de alta resistencia para garantizar su durabilidad. El diseño del estanque de almacenamiento, que se basa en enfoques de ingeniería deterministas clásicos, aún no está optimizado: los estanques en realidad están sobredimensionados; existe un uso ineficiente del material y una evaluación bastante pobre de la vida útil del recipiente a presión. De acuerdo con el Proyecto Europeo Integrado de Hidrógeno EIHP, que lidera el desarrollo de estándares regulatorios globales para

pruebas de hidrógeno, certificación de componentes y sistemas de infraestructura de reabastecimiento de hidrógeno, los recipientes de almacenamiento de hidrógeno y gas comprimido pueden clasificarse en cuatro tipos como:

- Tipo I: todo cilindro de metal
- Tipo II: Anillo de revestimiento metálico de soporte de carga enrollado de fibra continua impregnado con resina
- Tipo III: Revestimiento de metal sin carga axial y aro enrollado de fibra larga impregnado de resina
- Tipo IV: Un revestimiento no metálico que no soporta cargas axiales y está envuelto en anillos con filamentos continuos impregnados de resina.

Los sistemas ligeros de almacenamiento de gas comprimido más avanzados consisten en un recipiente, que en realidad consiste en un revestimiento axial y un metal (Tipo III) o plástico (Tipo IV) que no soporta carga impregnado con resina y filamentos continuos. Este es un tanque compuesto avanzado que utiliza un aro elástico (Fig. 2.8). Estos recipientes a presión atraen la mayor parte del interés de la comunidad científica. Su estructura se basa en dos componentes básicos: un liner, que es esencialmente una barrera a la permeación de hidrógeno, y una estructura compuesta, que asegura la integridad mecánica del estanque. Este estudio tiene como objetivo desarrollar nuevos métodos para el diseño de confiabilidad y calificación de seguridad de estos sistemas de acumuladores de alta presión. H. Tanques con geometría compleja, uso óptimo de materiales y alta seguridad.

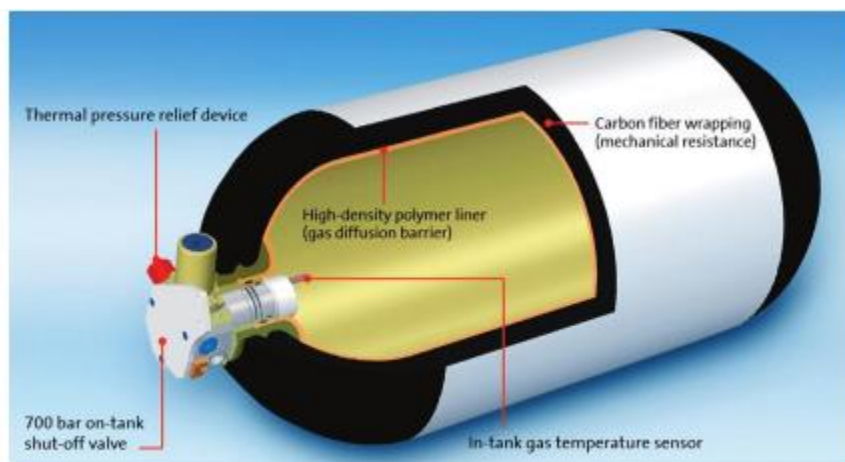


Figura 42: Sistema de Almacenamiento de Hidrogeno Comprimido

2.9. El Calentamiento Global

Es uno de los problemas más preocupantes en la actualidad, ya que sus efectos se ven en todo el planeta: inundaciones masivas, sequías extremas, temperaturas récord bajo cero y, por supuesto, el derretimiento de ambos glaciares. De los polos, como de montañas nevadas y volcanes.

Todos estos efectos como consecuencia del consumo desmedido de las fuentes de energía convencionales, principalmente los derivados del petróleo, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la vida en la actualidad, el consumo excesivo del petróleo conlleva una cantidad enorme de gases nocivos que afecta a todos los seres vivos, como también a la atmosfera ya que además retienen el calor provocando el conocido efecto invernadero que según la Nacional Geographic se define como²⁶: “el efecto invernadero es el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmosfera de la tierra retienen el calor. Estos gases dejan pasar la luz, pero mantienen el calor como las paredes de cristal de un invernadero”

²⁶ [Redalyc. Calentamiento global](#) – Ciencia UAT

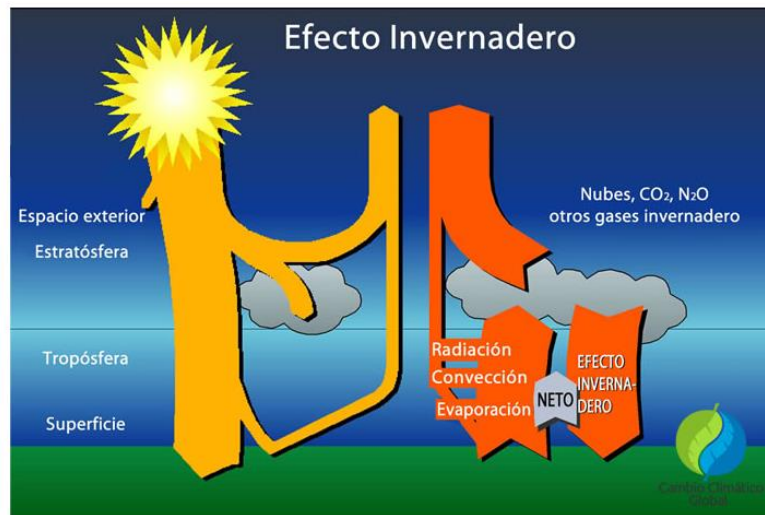


Figura 43: Efecto invernadero

2.9.1. Marco legal

A continuación, se mencionan leyes y reglamentos que se deben tener en cuenta para sistemas de energías renovables, en este caso sistema fotovoltaico y sistema eólico.

Energías Renovables conectadas a la red eléctrica (Para Sistemas grandes)

- **Ley N.º 1002.** Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.
- **D.S. N.º 050-2008-MEN.** Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables.

Energías renovables para electrificación rural (para medianos y pequeños sistemas)

- **Ley N° 28749.** Ley General de Electricidad Rural.
- **D.S. N° 011 – 2009 – EM.** Modificación del D.S. N° 025 -2007-EM, Reglamento de la ley N° 28749.
- **Norma Técnica Peruana NTP 399.403-2006.** Sistemas fotovoltaicos hasta 500Wp. Especificaciones Técnicas y métodos para la calificación energética de un sistema fotovoltaico.
- **Guía de instalación de sistemas fotovoltaicos domésticos**
- **Norma Técnica de edificaciones EM080, instalaciones con energía solar.**

Resolución Ministerial R.M N.º 037 – 2006-MEN/DM (código nacional de electricidad – utilización: sección 350)

Norma Técnica Peruana NTP 399.403 2007: Sistemas fotovoltaicos hasta 2000Wp. Reglamento Técnico.

1) Impacto Ambiental

Consecuencias Ambientales del uso de energía solar:

Las consecuencias que la utilización de energía solar proporciona al ambiente y beneficio hacia el medio ambiente, ya que es una energía limpia. Esto debido a que ya no hay emisiones de gases contaminantes como el dióxido de carbono, dióxidos de azufre u óxidos de nitrógeno, que

estos gases tóxicos lo generan las distintas centrales que operan como son las centrales térmicas.

Consecuentemente el beneficio de la utilización de un sistema fotovoltaico es tanto para el medio ambiente como animales son los que se ven beneficiados, por ultimo ayudando a nuestro planeta.

2) Normas y Leyes Ambientales.

- **Norma ISO 14001:** Es un estándar reconocido internacionalmente que especifica cómo construir un sistema de gestión ambiental efectivo. Su objetivo es ayudar a las organizaciones a mantener el éxito financiero sin descuidar su responsabilidad ambiental.
- **Ley N° 28611 – Ley general de medio ambiente en el Perú:**
Es un estándar reconocido internacionalmente que define cómo se debe establecer un sistema de gestión ambiental efectivo. Su objetivo es permitir que las organizaciones sigan siendo financieramente exitosas sin descuidar sus responsabilidades ambientales.

2.10. Variables

- La variable independiente es Energía Renovable (sistema hibrido eólico – fotovoltaico)
- La variable dependiente es la Generación de energía eléctrica.

2.11. Hipotesis

Debido a los recursos que tenemos en la región, decidí por plantear un proyecto en el cual se aprovechen la energía tanto del sol como la energía del viento (energía eólica – energía fotovoltaica) y así aprovechar los recursos para suministrar de energía eléctrica y así

reducir costos de consumo en empresa Inmobiliaria Cascajal SAC. Ubicada en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque

2.12. Definición de términos

Tenemos los siguientes términos:

- **Panel fotovoltaico:** Son los encargados de generar energía eléctrica, pueden ser de varios tipos los más utilizados son paneles monocristalinos y paneles policristalinos
- **Radiación solar:** Es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.
- **Acumulador:** Son los encargados de almacenar la energía generada por los paneles solares, para poder ser utilizado en las horas donde no hubiese sol, son conectados en serie o paralelo de acuerdo a la necesidad 12v, 24v, 48v cc
- **Inversor:** Es el elemento encargado de transformar la energía de corriente continua en corriente alterna para poder ser utilizada.
- **Regulador:** Se encarga de controlar la carga de baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas.
- **Watt pico (Wp):** es la unidad de medida de un módulo fotovoltaico, significa la cantidad de potencia máxima que puede generar el módulo en condiciones estándar de funcionamiento – 1000W/m².
- **Angulo de inclinación:** Este es el ángulo correcto para el panel solar. Se puede definir como el ángulo entre el plano horizontal de la superficie del panel fotovoltaico y el plano. Mejor cuando la radiación es casi perpendicular al plano.

- **Angulo de acimut:** Es el ángulo formado por la proyección horizontal de una línea que parte del sur y conecta el centro del sol con el meridiano local (dirección norte-sur).
- **Sistema off grid:** Es un sistema aislado de la red eléctrica, generando su propia energía (autoconsumo)
- **Sistema on grid:** Es un sistema que se encuentra conectado a la red eléctrica. Esto quiere decir que durante las horas de luz del día el usuario consume la energía producida por el sistema fotovoltaico y durante la noche toma la energía de la red.
- **Amperio hora:** Es la unidad usada para especificar la capacidad que tiene un batería
- **Eficiencia:** La eficiencia de una celda solar es el porcentaje de energía solar convertida en energía eléctrica por la celda y depende del material de la celda solar, que varía en un 5% a 30%.
- **Silicio:** Los elementos químicos están formados por las células de un módulo solar. Es de naturaleza metálica, de color gris oscuro y tiene excelentes propiedades semiconductoras.
- **Densidad de aire:** La energía cinética del viento depende de la densidad del aire, o masa por unidad de volumen. En otras palabras, cuanto más pesado es el aire, más energía recibe el aerogenerador.
- **Energía eólica:** La energía eólica es la energía generada por el viento y es un tipo de energía cinética generada por la acción de las corrientes de aire. Esta energía se puede convertir en electricidad a través de un generador. Es una energía renovable limpia que no genera contaminación y ayuda a reemplazar la energía generada por los combustibles fósiles. Estados Unidos es el mayor productor

mundial de energía eólica, seguido de Alemania, China, India y España. En América Latina, Brasil es el mayor productor.

- **Modulo fotovoltaico:** Es el encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía (en su interior tenemos células fotovoltaicas interconectadas entre sí)

2.13. MARCO METODOLOGICO

2.13.1. Diseño de contrastación de la Hipótesis

Para el diseño del sistema híbrido de generación eléctrica (energía eólica – energía solar) y evaluar la producción de Hidrogeno para la empresa inmobiliaria cascajal ubicado en el distrito de JLO provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque. La metodología que se aplico fue la siguiente:

- **Investigación Aplicada:**

Tiene como objetivo encontrar estrategias que puedan ser empleadas para resolver determinados problemas. La investigación aplicada se nutre de la teoría para generar conocimiento práctico. En este caso reducir el consumo de energía eléctrica y la posibilidad de almacenar energía a través de la producción de Hidrogeno en Inmobiliaria Cascajal.

• **Investigación descriptiva:**

Para una comprensión más precisa, tenemos la tarea de describir las propiedades de la realidad investigada.

De la base de los datos tomados de la NASA, SENAMHI Y EL SOFTWARE SOLARIUS PV – (datos de irradiación solar, velocidad del viento) se obtienen los datos necesarios para analizar el potencial solar y potencial eólico, como también la investigación para evaluar la posibilidad de generar Hidrogeno a partir de la generación de energía solar del distrito de JLO donde se encuentra ubicada la empresa INMOBILIARIA CASCAJAL, de esta forma se obtuvieron los valores para realizar nuestra propuesta de diseño.

2.14. Población y Muestra

Para el desarrollo de nuestra “PROPUESTA DE UN SISTEMA HIBRIDO EOLICO FOTOVOLTAICO CON ANALISIS DE HIDROGENO VERDE PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN INMOBILIARIA CASCAJAL” se verifico la muestra igual a la población siendo esta la empresa INMOBILIARIA CASCAJAL, ubicado en distrito de jlo, provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque.

2.15..Hipótesis:

Según la propuesta si se aprovecha la energía solar y energía eólica del distrito de JLO en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque, en la implementación de sistema hibrido eólico fotovoltaico se lograría suministrar energía eléctrica a la empresa INMOBILIARIA CASCAJAL y así reducir el consumo eléctrico.

Por otra parte al evaluar la posibilidad de generar Hidrogeno a partir de nuestra planta fotovoltaica, seria de un gran aporte en la reducción de la contaminación .

2.16. Operacionalización de variables

Tabla 02: Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE Sistema hibrido eólico fotovoltaico	un sistema hibrido nos permite unir dos tipos de energías, en este caso la energía eólica y energía solar para producir energía de manera más eficiente	Calculo y diseño de un sistema hibrido eólico fotovoltaico	selección de generador eólica velocidad del viento (m/s) irradiación solar (kwh/m2/día). Selección de paneles solares (Wp). Selección de controlador baterias (Ah) inversores
VARIABLE INDEPENDIENTE Suministro Eléctrico	El suministro eléctrico es el conjunto de componentes de un sistema eléctrico que cumplen la función de generar, transmitir, transformar y distribuir la energía eléctrica y que dispone de elementos para la conexión o desconexión del servicio	cálculo de la energía promedio diaria	Energía promedio diaria (W.h) máxima demanda (W)

Fuente: Elaboración propia

2.17. Materiales, técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.17.1. Materiales

- **Recursos disponibles**

- **Equipos e instrumentos:** laptop marca Lenovo, office 2016
- **Material:** dentro del material bibliográfico tenemos (libros, revistas, páginas web, entre otros) disco duro extraíble, libreta de apuntes.

2.17.2. Métodos y técnicas de investigación

El método de investigación utilizado es deductivo, el cual partimos de los conocimientos adquiridos en energías renovables (eólica – fotovoltaica) y normas referentes a energías renovables las cuales las aplicamos para el cálculo y la selección de los equipos.

- **Técnicas de investigación:**

a) **Observación directa:** se pudo observar que a partir de las visitas que se realizaron, se obtuvieron los datos necesarios para la propuesta de diseño.

b) **Recolección de documentos:** se realizó para recopilar información necesaria sobre la potencia de equipos, son datos fundamentales para el cálculo del sistema.

c) **Revisión bibliográfica:** se realizó la búsqueda de información tanto de libros, revistas, tesis, artículos científicos para el desarrollo de la propuesta de diseño de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico y la evaluación de generar hidrógeno.

2.17.3. Descripción de los instrumentos utilizados

En el desarrollo del trabajo de investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

En la técnica de la observación directa: se usó una libreta de apuntes, para realizar notas sobre los datos requeridos, cargas, equipos instalados.

En la técnica de recolección de documentos: se verifico los datos de potencia de equipos, cargas instaladas.

En la técnica revisión bibliográfica: se revisaron distintas fuentes de información entre libros, tesis, artículos científicos, páginas web. Relacionadas con el sistema a desarrollar (sistema hibrido eólico fotovoltaico)

2.17.4. Análisis estadístico e interpretación de los datos

Se realizo la búsqueda de información necesaria para el cálculo del sistema tanto eólico como fotovoltaico, la posibilidad de almacenar energia atravez de la producción de Hidrogeno. También se recopilo la información de la irradiación solar y la velocidad del viento, los datos obtenidos de senamhi, nasa y del software solarius pv , son fundamentales para dicho diseño. Concluyendo lo siguiente:

- a) Irradiacion Solar:** Se verifico los datos obtenidos de irradiación solar , datos obtenidos de la página de la Nasa ([NASA POWER | Data Access Viewer](#)), atlas solar del Perú , y software solarius pv

- b) **Velocidad del viento:** los datos de velocidad del viento obtenidos de la pagina de la Nasa ([NASA POWER | Data Access Viewer](#)), de la cual nos detalla valores de la velocidad del viento em m/s

Tabla 03: Velocidad del viento

	VELOCIDAD DEL VIENTO m/s											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
WS10M	4.15	4.12	3.52	3.88	4.14	4.41	4.37	4.09	4.19	4.06	3.25	3.55

Fuente: [NASA POWER | Data Access Viewer](#)

- Según evaluación el cálculo del sistema eólico no se ejecutara debido que no se llega a cumplir con un promedio de velocidad mayor a 4 m/s , en el libro “ manual de energías renovables – energía eólica” – Instituto IDAE Madrid – autor Clemente Álvarez. Detalla que, Una variable importante para analizar la viabilidad de la instalación es la velocidad media del viento durante al menos un año en un lugar determinado para reflejar la estacionalidad.
- El estudio de detalla realizado por especialistas para asegurar la viabilidad de un proyecto eólico, indican que la velocidad del viento mínima para el funcionamiento correcto de un aerogenerador suele ser entre 3 – 4 m/s, aunque para poder plantear un proyecto eólico la velocidad del viento media anual debe situarse como mínimo 5 m/s.²⁷

Con lo cual solo desarrollaremos el proyecto con un sistema fotovoltaico.

²⁷ [Energía eólica \(esengrupo.com\)](#)

c) Análisis de Datos

La potencia total del sistema se obtuvo del expediente técnico del SISTEMA DE UTILIZACION 10 -22.9 KV PREDIO INDUSTRIAL DE LA EMPRESA INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C. – LAMBAYEQUE, en el cual se solicita una potencia a contratar de 160 kW.

Teniendo como potencia instalada de 192.57 kW y una máxima demanda de 160kW - (ANEXO 01)

Con lo cual se considera la potencia instalada de 160 kW para realizar los cálculos de nuestro sistema híbrido eólico – fotovoltaico.

III. PROPUESTA DE INVESTIGACION

3.1. Propuesta de Investigación

El objetivo principal de la investigación es la generación de energía eléctrica para reducir el consumo en INMOBILIARIA CASCAJAL ubicado en predio Santo Tomas Distrito de JLO Provincia de Chiclayo Departamento de Lambayeque. Y la posibilidad de almacenar energía a través de la producción de Hidrógeno. Para dicha investigación se ha propuesto un sistema híbrido eólico fotovoltaico.

3.1.1. Equipos que comprenden el Sistema Fotovoltaico

Con respecto a los equipos seleccionados, detallamos el número de paneles solares, número de inversores, número de baterías y demás equipos que comprenden el sistema.

Tabla 04:

Equipos seleccionados en el sistema fotovoltaico

COMPONENTES	CANTIDAD
MODULOS FOTOVOLTAICOS MODELO ESPSC ERA MONOCRISTALINO DE 400 Wp, 119 RAMAS EN PARALELO CONECTADOS A 2 MODULOS EN SERIE	238
REGULADOR, INVERSOR AXPERT MAX II 10KW - 150A 500V	10

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Ubicación del proyecto

El sistema fotovoltaico planteado se ubicara en el techo del almacén, como vemos en la imagen (Figura 31), en la cual podemos observar un área libre para la ubicación de los paneles ya que tenemos 238 paneles para la instalación y cada panel solar cubre una área aproximada de 2 m², por lo tanto necesitaremos un área de 476 m². Ya que contamos con un área



Figura 44: Ubicación del sistema solar fotovoltaico

IV. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1. Demanda de energía eléctrica en Inmobiliaria Cascajal

Se verifico, la demanda requerida de la empresa Inmobiliaria Cascajal, verificando planos y expediente técnico y corroborando los datos de acuerdo a la solicitud presentada a Ensa ANEXO N.º 02.

Tabla 05: Cuadro de cargas

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA DE LA EMPRESA INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.					
DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (KW)	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
ILUMINACION INTERIOR LUMINARIAS HAY BAY	75	0.17	12.75	1	12.75
ILUMINACION EXTERIOR REFLECTORES	12	0.2	2.4	1	2.4
TOMACORRIENTES	41	0.1	4.1	1	4.1
MOTOR	3	37	111	0.8	88.8
AIRE ACONDICIONADO	6	8	48	0.8	38.4
ELECTROBOMBA	1	2	2	0.8	1.6
THERMA	1	1.82	1.82	0.8	1.456
RESERVA	1	10.5	10.5	1	10.5
TOTAL			192.57		160.0

Fuente: Expediente técnico para la solicitud de suminitro

Del cuadro de cargas tenemos una máxima demanda de 160 kW

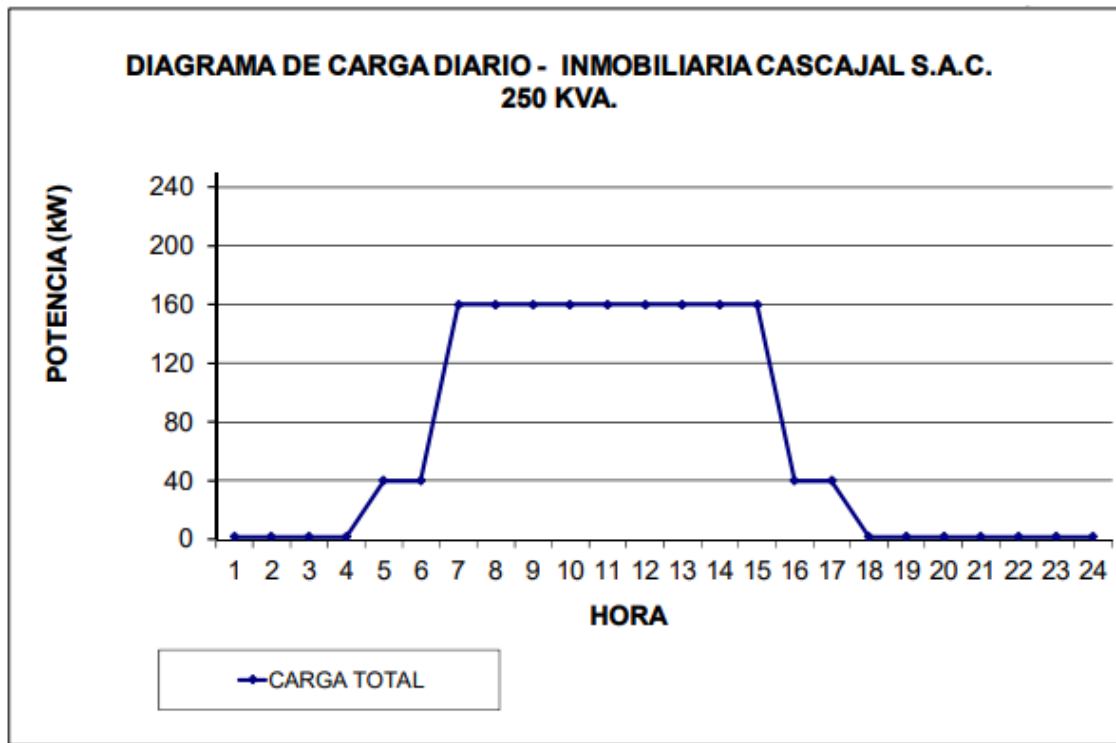


Figura 45: Diagrama de carga diario

4.1.1. Evaluación de la radiación solar en la zona de incidencia

Se realizó el estudio de radiación solar en el lugar de incidencia ubicado en predio Santo Tomas Distrito de JLO Provincia de Chiclayo Departamento de Lambayeque. Para lo cual se utilizaron distintas fuentes entre ellas Atlas solar del Perú, página de la NASA ([NASA POWER | Data Access Viewer](#)), Software Solarius Pv

- **Atlas Solar del Perú**

Del cual se obtiene la radiación solar mínima y máxima para el departamento de Lambayeque, tomando los valores mínimos y máximos tenemos 5 kWh/m²/día y 5.5 kWh/m²/día. Tenemos un valor promedio de 5.25 kWh/m²/día

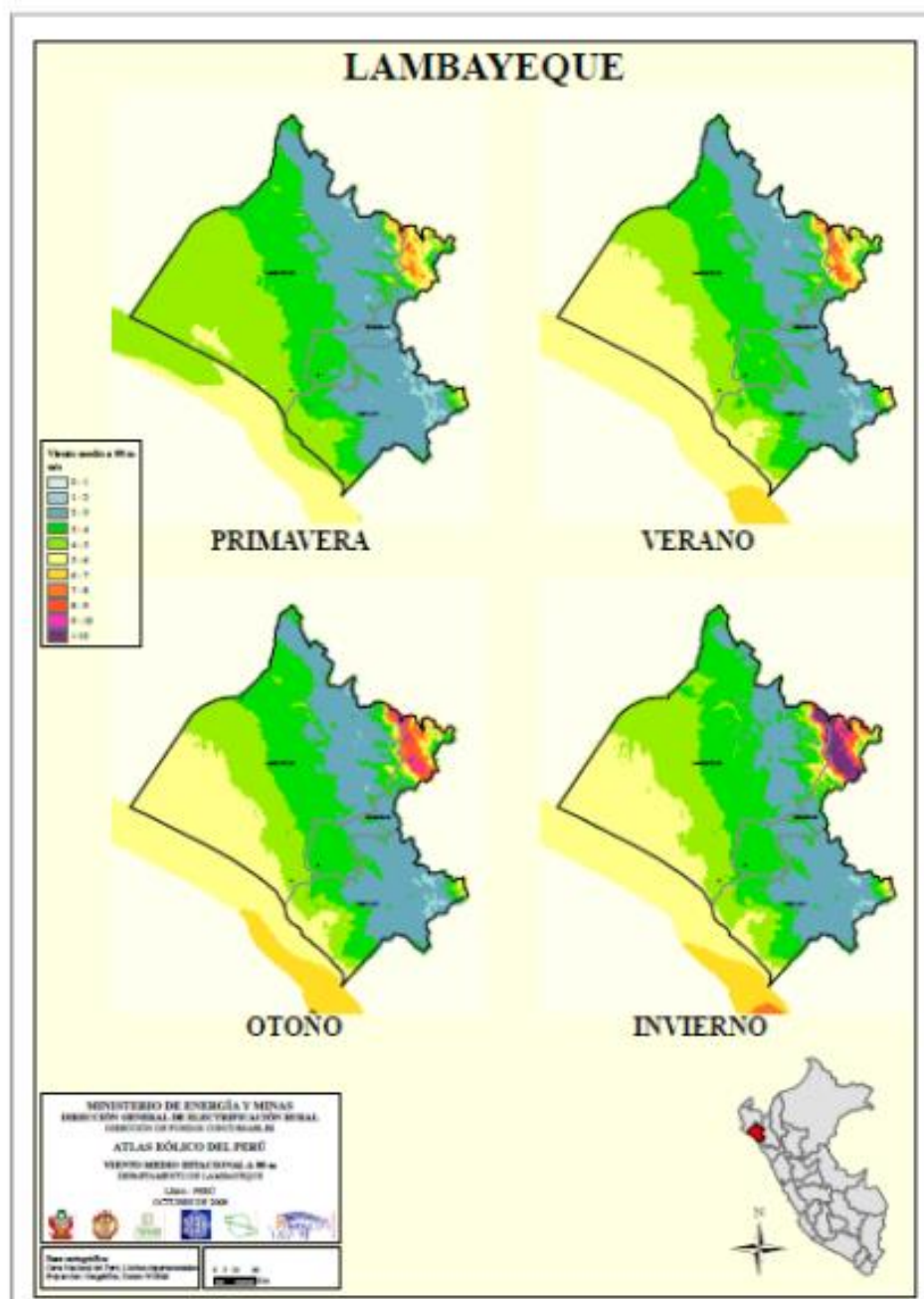


Figura 46: Radiación Solar del departamento de Lambayeque²⁸

²⁸ Atlas de energía solar del Perú

- **Página de la NASA:** [NASA POWER | Data Access Viewer](#)

la cual nos facilita información de la irradiación solar de cada mes en la zona de incidencia del proyecto. De acuerdo a la latitud y longitud de la ubicación de proyecto pudimos obtener la irradiación solar²⁹

Latitud: -6.732474 / 6°43'56.9" S

Longitud: -79.885507 / 79°53'07.8" W

ALLSKY_SFC_SW_DWN SRB V4/CERES SYN1deg All Sky Surface

Shortwave Downward Irradiance (kW-hr/m²/day)

-END HEADER-

Tabla 06: Irradiación solar en una superficie Horizontal

IRRADIACION SOLAR EN UNA SUPERFICIE HORIZONTAL (kWh/m2/día)												
PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
ALLSKY_SFC_SW_DWN	4.89	4.67	4.65	4.97	4.97	4.57	4.89	5.31	5.7	5.86	5.97	5.43

Fuente: [NASA POWER | Data Access Viewer](#)

Tabla 07: Irradiación solar

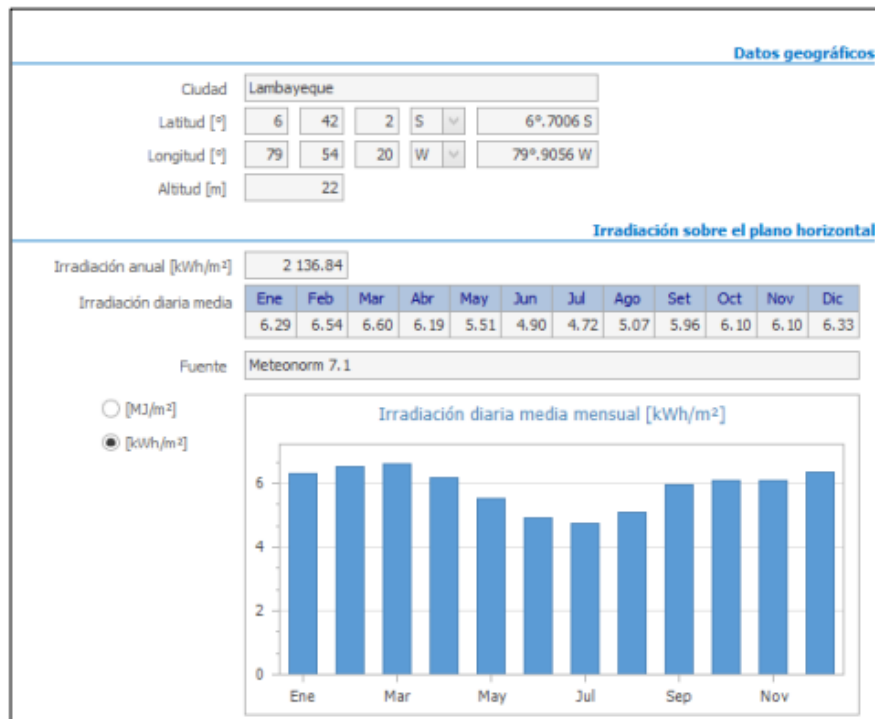
PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
ALLSKY_SFC_SW_DWN	4.81	4.51	4.59	4.91	4.83	4.63	4.84	5.25	5.63	5.78	5.88	5.34
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	4.63	4.42	4.58	5.02	5.06	4.93	5.14	5.46	5.69	5.69	5.66	5.11
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	4.68	4.44	4.59	5	5.01	4.86	5.08	5.42	5.69	5.72	5.72	5.17
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	4.22	4.16	4.44	5.04	5.24	5.22	5.42	5.6	5.61	5.38	5.16	4.6
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	1.44	1.5	1.65	2.41	3.09	3.4	3.4	2.9	2.12	1.55	1.54	1.5
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	4.81	4.51	4.6	5.05	5.26	5.3	5.49	5.6	5.7	5.78	5.88	5.34
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	0	0	3	16	27	33	31.5	23	10	0	0	
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Fuente: [NASA POWER | Data Access Viewer](#)

²⁹ [POWER | Data Access Viewer \(nasa.gov\)](#)

La irradiación solar con el mes más desfavorable es en junio con un valor de 4.57 kWh/m²/día

- **Software solarius pv**



De los datos obtenidos del software solarius tenemos que el mes más desfavorable de irradiación solar es en Julio con un valor de 4.72 kWh/m²/día

Por lo tanto, de los tres valores obtenidos de las distintas fuentes se utilizará el menor valor de la radiación solar el cual es de 4.57 kWh/m²/día

Tabla 08:

Irradiación media diaria kWh/m2/Dia

MESES	SOFTWARE SOLARIUS	NASA	ATLAS SOLAR DEL PERU	IRRADIACION PROMEDIO
ENERO	6.29	4.89	5.25	5.48
FEBRERO	6.54	4.67	5.25	5.49
MARZO	6.6	4.65	5.25	5.50
ABRIL	6.19	4.97	5.25	5.47
MAYO	5.51	4.97	5.25	5.24
JUNIO	4.9	4.57	5.25	4.91
JULIO	4.72	4.89	5.25	4.95
AGOSTO	5.07	5.31	5.25	5.21
SEPTIEMBRE	5.96	5.7	5.25	5.64
OCTUBRE	6.1	5.86	5.25	5.74
NOVIEMBRE	6.1	5.97	5.25	5.77
DICIEMBRE	6.33	5.43	5.25	5.67

Fuente: Elaboración propia

4.2. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

4.2.1. Parámetros para la selección de sistema fotovoltaico: Los parámetros a considerar son los siguientes

Tabla 09: irradiación solar – días de autonomía

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.	
Radiacion solar (kWh/m2/día)	4.57
Días de autonomía	2

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Cálculo del consumo de Energía eléctrica diaria (kWh)

Tabla 10: Cuadro de Cargas

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA DE LA EMPRESA INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.					
DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (KW)	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
ILUMINACION INTERIOR LUMINARIAS HAY BAY	75	0.17	12.75	1	12.75
ILUMINACION EXTERIOR REFLECTORES	12	0.2	2.4	1	2.4
TOMACORRIENTES	41	0.1	4.1	1	4.1
MOTOR	3	37	111	0.8	88.8
AIRE ACONDICIONADO	6	8	48	0.8	38.4
ELECTROBOMBA	1	2	2	0.8	1.6
THERMA	1	1.82	1.82	0.8	1.456
RESERVA	1	10.5	10.5	1	10.5
TOTAL			192.57		160.0

Fuente: Expediente Técnico (Anexo 01)

Se puede verificar una demanda máxima de 160 KW .

Tabla 11:

Información verificada de los recibos de luz

PERIODO	NRO. DE RECIBO	FECHA DE EMISION	IMPORTE DEL MES (S/.)	KW/h	KW/h.dia	Wh.dia
2021-08	S258-93018779	06/09/2021	S/3,697.30	6736.7660	224.559	224558.86
2021-09	S258-93155810	06/10/2021	S/3,556.90	5932.7532	197.758	197758.44
2021-10	S258-93293481	06/11/2021	S/3,394.40	5678.8989	189.297	189296.63
2021-11	S258-93431515	06/12/2021	S/4,131.70	6258.3892	208.613	208613.97
2021-12	S258-93569810	06/01/2022	S/4,297.40	6620.5570	220.685	220685.23
2022-01	S258-93708469	06/02/2022	S/4,922.60	7076.3657	235.879	235878.85

Fuente: Elaboración propia

se verifica el consumo de energía diario el cual se puede observar un máximo consumo en el mes de enero de 235.879 kW/h día

Se a realizado una estimación de consumo diario y verificamos que en el mes de enero tiene un consumo mayor de 235.879 kWh.

Según el libro de energías renovables de Jaime Gonzales Velasco el consumo diario medio es:

$$\text{consumo medio diario} = \left[\frac{\frac{\text{consumo wh}}{0.9}}{\text{Rend inv} \times \text{Rend Cond}} \right] \times Fs(1.1)$$

$$\text{consumo medio diario} = \left[\frac{\frac{235879}{0.9}}{0.95 \times 1} \right] \times 1.1$$

$$\text{consumo medio} = 303470.058 \text{ Wh. Dia} = \mathbf{303.47 \text{ kWh. Dia}}$$

entonces obtenemos 303.47 kWh Con el cual trabajaremos para realizar nuestro calculo

Para lo cual consideramos una irradiación más desfavorable durante el año de 4.57 kWh/m2/día. Por lo tanto, tendremos:

$$\text{HSP} = 4.57 \text{ h}$$

4.2.3. Cálculo del valor mínimo de potencia del generador ($P_{G,min}$)

$$P_{G \min} = \frac{W_d \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR}$$

Donde:

$P_{G \min}$: Potencia del generador

G_{CEM} : Irradiancia en condiciones CEM

W_d : Consumo de energía diario (kWh)

$G_{dm(\alpha,\beta)}$: valor de irradiación medio mensual (HSP)

PR : Rendimiento energético de la instalación (0.70)

$$P_{G\ min} = \frac{303.47}{4.57 \times 0.7}$$

$$P_{G\ min} = 94.86\ kWP$$

4.2.4. Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

$$NP = \frac{P_{G\ min}}{P\ panel}$$

$$NP = \frac{94.86 \times 1000}{400}$$

$$NP = 237.15 \approx 238\ paneles$$

La cantidad total de paneles fotovoltaicos para nuestro sistema es de 238 paneles de la marca ERA ESPSC Monocristalino de 400Wp, las características y detalles del panel se muestran en la ficha técnica ANEXO N° 03

Tabla 12: Rendimiento panel solar ERA

RENDIMIENTO PANEL SOLAR ERA 400 Wp	
Voltaje de potencia máxima (VPM)	41.7 V
Corriente a máxima potencia (IMP)	9.6 A
Voltaje en circuito abierto (VOC)	49.8 V
Corriente en cortocircuito (ISC)	10.36 A

Fuente: Auto solar

4.2.5. Numero de módulos fotovoltaicos conectados en serie

$$N_{S\,mf} = V_T/V_{mf}$$

$N_{S\,mf}$ = numero de módulos conectados en serie

V_T = Tensión de trabajo del sistema en este caso es de 48 v (ya que su consumo es elevado elegimos un voltaje de 48 v)

V_{mf} = Tension nominal del panel fotovoltaico (24 v)

$$N_{S\,mf} = 48/24$$

$$N_{S\,mf} = 2$$

4.2.6. Numero de ramales conectados en paralelo

$$N_{P\,mf} = N_{mf}/N_{S\,mf}$$

$N_{P\,mf}$ = Numero de ramales conectados en paralelo

N_{mf} = Numero de paneles fotovoltaicos

$N_{S\,mf}$ = Numero de paneles fotovoltaicos conectados en serie

$$N_{P\,mf} = 238/2$$

$$N_{P\,mf} = 119$$

4.2.8. Cálculo de la corriente máxima del regulador

$$I_{REG} = FS \times I_{CC\ mf} \times N_{P\ mf}$$

I_{REG} = corriente máxima que soporta el regulador (A)

$I_{CC\ mf}$ = corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico (A)

$N_{P\ mf}$ = número de ramas conectadas en paralelo

FS = factor de seguridad que oscila entre 1.10 y 1.20

$$I_{REG} = 1.10 \times 10.36 \times 119$$

$$I_{REG} = 1356.13\ A$$

4.2.9. Cálculo del voltaje que debe soportar el regulador

$$V_{REG\ max} = 1.2 \times V_{OC\ mf} \times N_{S\ mf}$$

$V_{REG\ max}$ = Voltaje máximo que soporta el regulador (V)

$V_{OC\ mf}$ = Voltaje de circuito abierto (V)

$N_{S\ mf}$ = número de módulos conectados en serie

$$V_{REG\ max} = 1.2 \times 49.8 \times 2$$

$$V_{REG\ max} = 119.52\ V$$

Evaluando las distintas opciones que tenemos en el mercado decidimos usar el

Regulador Controlador Axpert Max II 10000/ 150A/ 500V Voltronic



Figura 47: Inversor controlador Trifásico Híbrido 10kW Growatt SPH10000TL3

Tabla 13: características de regulador controlador seleccionado

Datasheet	SPH 4000TL3 BH	SPH 5000TL3 BH	SPH 6000TL3 BH	SPH 7000TL3 BH	SPH 8000TL3 BH	SPH 10000TL3 BH
DC input data						
Max. recommended PV power (for module STC)	5200W	6500W	7800W	9100W	10400W	13000W
Max. DC voltage	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V
Start Voltage	160V	160V	160V	160V	160V	160V
MPP voltage range / normal voltage	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V
Max. input current per string	12A/12A	12A/12A	12A/12A	12A/12A	12A/12A	12A/12A
Number of MPP trackers/ strings per MPP tracker	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
AC output data (On-grid)						
Rated AC output power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Max. AC apparent power	4000VA	5000VA	6000VA	7000VA	8000VA	10000VA
Max. current	6.1A	7.6A	9.1A	10.6A	12.1A	15.2A
AC nominal voltage	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V
AC grid frequency	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
Power factor	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging
THDi	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
AC grid connection type	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE
AC output data (Backup)						
Max. AC output power	4000W	5000W	6000W	6000W	6000W	6000W
Rated AC output voltage	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V
Rated AC output frequency	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
THDv	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
Switch time	0.5S	0.5S	0.5S	0.5S	0.5S	0.5S
Battery data						
Battery voltage range	160-550V	160-550V	160-550V	160-550V	160-550V	160-550V
Max charging voltage	550V	550V	550V	550V	550V	550V
Max charging current	21A	21A	21A	21A	21A	21A
Max charging and discharging power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Type of battery	Lithium	Lithium	Lithium	Lithium	Lithium	Lithium
Deep of discharging	80%DOD	80%DOD	80%DOD	80%DOD	80%DOD	80%DOD
Capacity of battery	5-50kWh	5-50kWh	5-50kWh	5-50kWh	5-50kWh	5-50kWh
Efficiency						
Max. efficiency	97.6%	97.8%	98.0%	98.2%	98.2%	98.2%
Euro European efficiency	97.0%	97.2%	97.3%	97.4%	97.4%	97.5%
MPPT efficiency	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%
Battery charge/discharge efficiency	94.0%	94.0%	96.2%	96.2%	97.4%	97.4%

$$N_{P\ reg} = I_{REG}/I_{reg}$$

$N_{P\ reg}$ = Numero de reguladores que deben conectarse en paralelo

I_{REG} = Corriente máxima del regulador del sistema (A)

I_{reg} = Corriente de regulador seleccionado (A)

$$N_{P\ reg} = 1356.13/150$$

$$N_{P\ reg} = 9.04 \approx 10$$

4.2.11. Numero de ramales de módulos que tendrán que conectarse a cada regulador

$$\text{Ramales por regulador} = N_{P\ mf} / N_{P\ reg}$$

$$\text{Ramales por regulador} = 116/ 10$$

$$\text{Ramales por regulador} = 11.6 = 12$$

Con lo cual obtendríamos 12 ramales de módulos en cada regulador seleccionado, la cantidad de módulos fotovoltaicos conectados a cada regulador seria de 24.

Se usarán 10 controladores, teniendo que la tensión de circuito abierto es de 99.6 V y en la ficha técnica de nuestro controlador podemos visualizar un voltaje máximo de 230V con lo cual concluimos que cumple con el requerimiento del controlador.

Con respecto a la potencia de cada controlador a utilizar, tendremos instalados 24 paneles por cada controlador lo que nos da un total de 9600W, y nuestro controlador acepta 10 kW conociendo que los paneles tienen un rendimiento energético entre 0.7 y 0.8 podemos concluir que el controlador está dentro de los parámetros.

4.2.12. Energía fotovoltaica generada

$$E_{fv} = Pot \times Rend \times HSP_{mes}$$

E_{fv} = Energía fotovoltaica generada

Pot = Potencia instalada

$Rend$ = Rendimiento de la instalación

HSP_{mes} = Hora solar pico de cada mes

Tabla 14:

Energía fotovoltaica generada en el sistema

MESES	HSP	DIAS DE CADA MES	ENERGIA FOTOVOLTAICA GENERADA (KWh)
ENERO	5.48	31	12938.06
FEBRERO	5.49	28	11707.32
MARZO	5.50	31	12985.28
ABRIL	5.47	30	12497.86
MAYO	5.24	31	12371.43
JUNIO	4.91	30	11218.37
JULIO	4.95	31	11686.75
AGOSTO	5.21	31	12300.60
SEPTIEMBRE	5.64	30	12886.27
OCTUBRE	5.74	31	13551.91
NOVIEMBRE	5.77	30	13183.30
DICIEMBRE	5.67	31	13386.64
MWh/ AÑO			150.71

Fuente: Elaboración propia

se verifica la energía generada durante 1 año en el sistema es de 150.71 MWh

4.3. Selección de conductores eléctricos para nuestra instalación

Con respecto a diámetros de conductores a utilizar en el sistema, se utilizarán distintos diámetros de conductores que dependerá de la variación de los parámetros.

Según el libro instalaciones solares fotovoltaicas Agustín Castejón Oliva – German Santamaria Herranz no dice: La corriente admisible por el conductor debe ser la máxima corriente que pueda circular por él.

Los cables conexión deberán dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador a la instalación interior, no será superior al 1.5% para la intensidad nominal³²

4.3.1. **Calculo de la corriente máxima para el tramo entre (generador fotovoltaico – Controlador)**

$$I_{MAX\ mf} = 1.10 \times I_{CC\ mf} \times N_{Ramas\ en\ paralelo-regulador}$$

$I_{MAX\ mf}$ = Corriente máxima en el tramo paneles – controlador (A)

$I_{CC\ mf}$ = Corriente de cortocircuito del panel seleccionado (A)

$N_{Ramas\ en\ paralelo-regulador}$ = Numero de ramas de paneles conectados a cada controlador.

1.10 = Factor de sobredimensionamiento

$$I_{MAX\ mf} = 1.10 \times I_{CC\ mf} \times N_{Ramas\ en\ paralelo-regulador}$$

$$I_{MAX\ mf} = 1.10 \times 10.36 \times 12$$

$$I_{MAX\ mf} = 136.75\ A$$

³² Instalaciones solares fotovoltaicas Agustín Castejón Oliva – German Santamaria Herranz

Tabla 15: cuadro de caída de tensión por tramos

TRAMO	TENSION DEL SISTEMA (V)	CAIDA DE TENSION PERMISIBLE (%)	CAIDA DE TENSION PERMITIDA (V)
PANEL SOLAR - REGULADOR	48	3%	1.44
REGULADOR - BATERIA	48	1%	0.48
REGULADOR - INVERSOR	48	1%	0.48

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Cálculo de la sección mínima de conductor en el tramo de paneles – controlador

$$S_{CABLE} = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V}$$

$$S_{CABLE} = \frac{2 \times 14 \times 136.75}{56 \times 1.44}$$

$$S_{CABLE} = 47.48 \text{ mm}^2$$

El conductor seleccionado es N2XOH 50 mm² INDECO

$$S_{CABLE} = 30.52 \text{ mm}^2$$

Tabla 16: Datos técnicos cable N2XOH

TABLA DE DATOS TECNICOS N2XOH (UNIPOLAR)

CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
1 x 4	7	0.7	0.9	5.8	64	65	55	55
1 x 6	7	0.7	0.9	6.3	86	85	65	68
1 x 10	7	0.7	0.9	7.1	128	115	90	95
1 x 16	7	0.7	0.9	8.0	189	155	125	125
1 x 25	7	0.9	0.9	9.7	287	200	160	160
1 x 35	7	0.9	0.9	10.7	384	240	200	195
1 x 50	19	1.0	0.9	12.1	507	280	240	230
1 x 70	19	1.1	0.9	14.0	713	345	305	275
1 x 95	19	1.1	1.0	16.0	975	415	375	330
1 x 120	37	1.2	1.0	17.6	1216	470	435	380
1 x 150	37	1.4	1.1	19.6	1497	520	510	410
1 x 185	37	1.6	1.2	22.1	1879	590	575	450
1 x 240	37	1.7	1.2	24.6	2436	690	690	525
1 x 300	37	1.8	1.3	27.2	3040	775	790	600
1 x 400	61	2.0	1.4	30.6	3877	895	955	680
1 x 500	61	2.2	1.5	34.3	4931	1010	1100	700

Fuente: Catalogo indeco

4.3.3. Puesta a tierra para el sistema fotovoltaico

Dada la naturaleza de los sistemas fotovoltaicos en sus distintas presentaciones que a su vez son soluciones para cada caso en particular de requerimiento energético, surgen situaciones de riesgo tanto para las personas como también para los equipos eléctricos del propio sistema.

Los módulos de la instalación pueden cargarse electrostáticamente producto del propio funcionamiento y ser un riesgo por contacto al usuario o derivar en chispas al descargarse (peligro de incendio).

La puesta a tierra de equipos como los módulos fotovoltaicos se centra principalmente en la conexión a tierra de la estructura metálica. Las conexiones a estos se suelen realizar mediante abrazaderas que facilitan la conexión eléctrica de los conductores a tierra y marcos metálicos. Los módulos solares tienen orificios de conexión a tierra especiales (marcados con un símbolo de conexión a tierra) en el marco de metal.

Figura 48: orificio de puesta a tierra en paneles

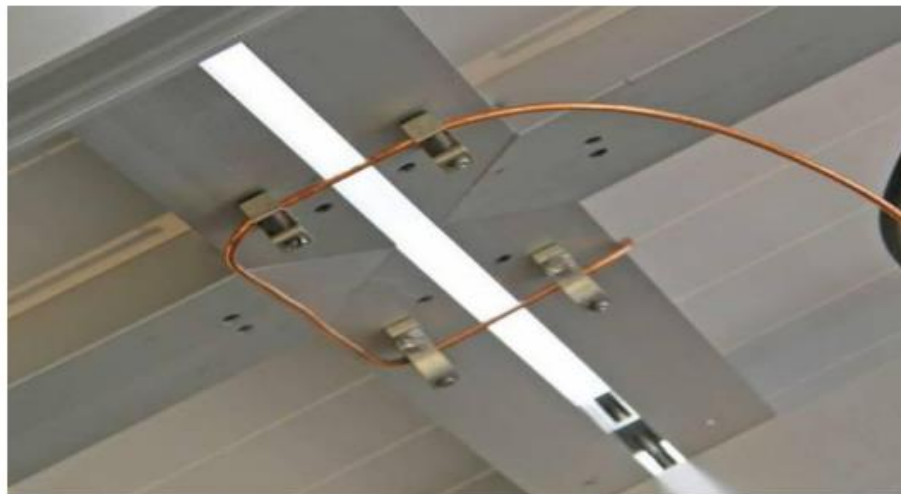


Figura 49: Conexión de cable a tierra en módulos fotovoltaicos

4.4. Componentes de Protección en el Sistema Fotovoltaico

Teniendo en cuenta que se instalaran 12 ramas para cada controlador que van a ser conectados en paralelo se calculara una protección con corrientes para cada rama.

4.4.1 Cálculo de fusibles de protección

$$I_F = 1.5 \times I_{SC} \qquad I_F = 2 \times I_{SC}$$

$$I_F = 1.5 \times 10.36A = 15.54 A$$

$$I_F = 2 \times 10.36A = 20.72 A$$

Evaluando seleccionamos fusibles de 20 A, se usara un fusible para cada conductor que deriva de cada rama del sistema fotovoltaico en este caso se utilizaran 20 fusibles, debido que son 10 ramas por dos cables (positivo – negativo)

Tabla 17: Datos técnicos de fusibles

I_n	I_t^2 PREARCO	I_t^2 TOTAL @690V	POTENCIA DISIPADA $0.8 \cdot I_n$	POTENCIA DISIPADA I_n
(A)	(A ² S)	(A ² S)	(W)	(W)
1*	0,20	1,2	0,45	0,75
2	0,80	2,6	0,75	1,40
3	2,5	8,0	0,95	1,70
4	4,9	10	0,97	1,69
6	14,0	28	1,4	2,46
8	3,0	24	0,91	1,52
10	4,7	38	1,23	2,07
12	6,8	54	1,53	2,62
16	12,0	96	2,11	3,72
20	18,8	150	2,57	4,50
25	48,0	384	2,60	4,55
32	75,0	600	3,65	6,65

Fuente: ficha técnica (Anexo 05)

4.4.2 Cálculo del interruptor del generador fotovoltaico

Para separar el generador fotovoltaico del regulador utilizaremos interruptor de las características siguientes:

Tensión asignada es $I_N > 22I_{SC} = 22 \times 10.36A = 227.92 A$

Con lo cual seleccionaremos un interruptor termomagnético 250 A

– Interruptor Diferencial

Dispositivo electromecánico utilizado en instalaciones eléctricas de CA para proteger a las personas de los peligros de las corrientes de bajo voltaje resultantes del contacto directo e indirecto. Este componente debe ser mayor o de igual amperaje que el interruptor termomagnético seleccionado, por lo tanto, se seleccionó un interruptor diferencial del mismo rango de protección siendo este un interruptor diferencial de la marca ABB de 250 A

4.5. Energía anual generada

Luego de haber calculado la energía generada anualmente en la tabla N.º 09, en la cual tenemos una energía anual de 150.71 MWh/año.

Para el cálculo se tomó un rendimiento del sistema de 0.8, siendo este un valor promedio para el estudio de sistemas fotovoltaicos.

Tabla 18:

Energía fotovoltaica generada en el sistema

MESES	HSP	DIAS DE CADA MES	ENERGIA FOTOVOLTAICA GENERADA (KWh)
ENERO	5.48	31	12938.06
FEBRERO	5.49	28	11707.32
MARZO	5.50	31	12985.28
ABRIL	5.47	30	12497.86
MAYO	5.24	31	12371.43
JUNIO	4.91	30	11218.37
C5JULIO	4.95	31	11686.75
AGOSTO	5.21	31	12300.60
SEPTIEMBRE	5.64	30	12886.27
OCTUBRE	5.74	31	13551.91
NOVIEMBRE	5.77	30	13183.30
DICIEMBRE	5.67	31	13386.64
MWh/ AÑO			150.71

Fuente: Elaboración propia

se verifica la energía generada durante 1 año en el sistema es de 150.71 MWh

Teniendo en cuenta las fichas técnicas de los fabricantes de paneles solares, y en referencia al panel seleccionado ESPSC ERA SOLAR 400Wp, el cual tiene una degradación máxima del 20% en 25 años por lo tanto tenemos una degradación anual del 0.8%

Tabla 19:

Cálculo de la perdida de potencia generada por envejecimiento de los módulos fotovoltaicos (0.8%)

ENERGIA (KWh)		ENERGIA (KWh)		ENERGIA (KWh)	
AÑO 1	150713.79	AÑO 10	140203.2329	AÑO 19	130425.6703
AÑO 2	149508.0753	AÑO 11	139081.607	AÑO 20	129382.2649
AÑO 3	148312.0107	AÑO 12	137968.9541	AÑO 21	128347.2068
AÑO 4	147125.5146	AÑO 13	136865.2025	AÑO 22	127320.4291
AÑO 5	145948.5105	AÑO 14	135770.2809	AÑO 23	126301.8657
AÑO 6	144780.9224	AÑO 15	134684.1186	AÑO 24	125291.4508
AÑO 7	143622.675	AÑO 16	133606.6457	AÑO 25	124289.1192
AÑO 8	142473.6936	AÑO 17	132537.7925		
AÑO 9	141333.9041	AÑO 18	131477.4902		

ENERGIA TOTAL	3427372.42	KWh
TOTAL	3.43	GWh

Fuente: Elaboración propia

Datos obtenidos evaluando una degradación de los módulos de 0.8% al año, durante 25 años

4.6. Estudio Técnico – Planta de Hidrogeno

De acuerdo al cálculo de nuestro sistema de energía fotovoltaica y de la generación de energía que tenemos, realizaremos la propuesta de los componentes de la planta de Hidrogeno. Dentro de los componentes que seleccionaremos tenemos:

4.6.1. Electrolizador

El electrolizador es el componente principal en toda la instalación, el cual será el encargado de la producción de Hidrogeno. Es el componente que nos marcara una demanda diaria para poder conseguir el Hidrogeno.

Para poder seleccionar nuestro electrolizador tenemos que cumplir con algunos criterios:

- De acuerdo a nuestra demanda proyectada debemos seleccionar el tipo de electrolizador ya que existen distintas escalas y tamaños, por lo tanto, debemos seleccionar un electrolizador para el cual podamos cubrir su demanda eléctrica.
- Sistema de purificación, revisando los distintos tipos de electrolizadores que hay en el mercado Algunos electrolizadores disponen de su propio sistema de aireación para obtener hidrógeno limpio y mejorar su calidad.
- Precio, verificando en el mercado los distintos precios al tener dos electrolizadores que cumplan las mismas funciones se seleccionara el de menor costo.

Teniendo en cuenta estos criterios tras verificar en el mercado los distintos proveedores elegimos a la empresa H2B2. La cual es una empresa que cuenta con distintos tipos y tamaños de electrolizadores distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 20:

Cuadro de capacidades de electrolizadores.

ESCALA	CAPACIDAD DE PRODUCCION DIARIA DE HIDROGENO (KG/DIA)
PEQUEÑA	1.08 - 4.31
MEDIANA	21.68 - 136.58
GRAN	215 - 1290

Fuente: Elaboración propia

Datos obtenidos de la página de proveedor.

Todos los electrolizadores de la caja cuentan con un sistema de depuración que asegura hidrógeno de 99,99° de pureza a la salida con menos de 5ppm de oxígeno y agua.

De acuerdo a nuestro proyecto de generación de energía a partir de paneles fotovoltaicos Se decide utilizar la escala media de la gama de productos del proveedor, con la cual podemos cubrir la demanda de dicho electrolizador.

Tabla 21:

Electrolizadores de media escala H2B2

ELECTROLIZADOR	CAPACIDAD DE PRODUCCION DIARIA DE HIDROGENO (KG/DIA)
EL10N	21.68
EL20N	43
EL230N	68.40
EL60N	136.58

Fuente: Elaboración propia

Datos obtenidos de la página de proveedor.

Se puede verificar de la tabla 21 que cada electrolizador produce dicha cantidad, pero trabajando todo el día como su unidad lo dice, pero si queremos que funcione el 100% con energía fotovoltaica y producir Hidrogeno verde solo se podría trabajar con energía del sol, solo un tercio del día 8h – 9h.

De acuerdo a nuestra capacidad de generación podemos elegir el electrolizador EL10N

El cual tiene una potencia 53.2 KW³³

³³ <https://www.h2b2.es/electrolyzers/>

Tabla N° 22:

Características técnicas del Electrolizador EL10N

ELECTROLIZADOR	EL10N
VOLTAJE	3X400 VAC $\pm 10\%$ (3P+N)
FRECUENCIA	50 Hz $\pm 5\%$ / 60 Hz $\pm 3\%$
POTENCIA (BoP+Pila)	53.2 KW
CONSUMO DE CHIMENEA	4.7 kWh/Nm ³ H ₂
CONSUMO DE ENERGIA CA	5.3 kWh/Nm ³ H ₂

Fuente: Elaboración propia

Datos obtenidos de la página de proveedor.

En la tabla N.º 22 se puede verificar las especificaciones técnicas a las que trabaja el electrolizador, se puede verificar su voltaje, frecuencia.

El primer factor que se debe tener en cuenta para la selección del electrolizador es su consumo. En la misma tabla puedes ver otros conceptos como: B. Equilibrio de la planta. Este se refiere al consumo de energía de los equipos auxiliares para la operación de la planta, y el concepto de batería se refiere al consumo de electrólisis. Cuando la potencia disponible es baja, el electrolizador funciona con un factor de carga bajo, lo que reduce la producción de hidrógeno.

Se verifica el cálculo del consumo fijo y real del electrolizador con el fin de dimensionar la planta y elegir el resto de los componentes. Para ello se debe realizar los cálculos siguientes:

Máximo flujo de Hidrogeno: $F_H = 10.05 \text{ Nm}^3/h$

Consumo de Energía alterna: $E_{AC} = 5.3 \text{ kWh/Nm}^3$

Número de horas de funcionamiento: $N_H = 9h$

$$\text{Consumo diario} =: F_H \times E_{AC} \times N_H$$

De la formula tenemos el máximo flujo de hidrogeno multiplicado por el consumo de corriente alterna y multiplicado por las horas que va a estar produciendo el electrolizador, nos dará el consumo total de producción en un día. Teniendo un valor total de 479.38 kwh/día consumo que podemos cubrir con nuestro sistema fotovoltaico.

Como podemos verificar la demanda total debemos obtenerla en las horas de luz solar ya que el objetivo de nuestro sistema es conseguir un hidrogeno completamente verde

Sin embargo, mientras que los sistemas fotovoltaicos pueden suplir el consumo diurno, los electrolizadores no pueden convertir esta energía en hidrógeno en tan poco tiempo.

Y colocarle baterías para almacenar energía para reutilizarla, encarecería nuestros costos.

4.6.2. Cálculo de las dimensiones del tanque de Agua

Teniendo ya los cálculos de nuestro sistema eléctrico y teniendo el dimensionamiento de nuestro sistema fotovoltaico, veremos la producción de Hidrogeno.

Para la producción de Hidrogeno es necesario un fluido de agua continuo, verificaremos las dimensiones del tanque de almacenamiento de agua, el electrolizador EL10N cuenta con un sistema de tratamiento de agua que permite la utilización del agua directamente de la red, es decir el agua ingresara directamente al electrolizador para iniciar el proceso de la obtención de Hidrogeno. Sin embargo, el sistema contará con un tanque de almacenamiento de emergencia en caso no hubiese agua del suministro de la red externa, de esta forma no se detendrá la producción de Hidrogeno.

Según la ficha técnica del electrolizador EL10N, consume 45.3 L/h. Por lo tanto, nuestro electrolizador tendrá un funcionamiento de 8h al día. Dimensionaremos el tanque para que pueda abastecer la demanda de agua del electrolizador de tres días aproximadamente. Ya que la demanda diaria es de 362.4 L/h es decir un tanque de 1000L cumpliría con lo requerido.

La temperatura a la ingresa el agua al electrolizador debe ser de 5° C a 40°C por lo tanto no es necesario calentamiento ni enfriamiento.

Despues de verificar en el mercado con los distintos proveedores y verificando costos y dimensión del tanque se verifica un tanque de la marca Rotoplas de 1100 litros

4.6.3. Selección, dimensionamiento de tanque de almacenamiento de hidrogeno

Procederemos a calcular el tanque de almacenamiento de hidrogeno de acuerdo a nuestra producción.

Como sabemos el hidrogeno se puede almacenar de la siguiente manera:

- Hidruros metálicos.
- Almacenamiento liquido
- Almacenamiento a presión

El método que utilizaremos para almacenar hidrogeno será por almacenamiento a presión Conociendo la cantidad de hidrógeno que podremos generar. el almacenamiento dependerá de la viabilidad y de factores económicos.

Después de verificar ya que hay pocos proveedores, la gran mayoría son tanques de almacenamiento a presiones muy elevadas. Se pudo encontrar a la empresa MAHYTEC

La cual cuenta con un sistema de almacenamiento que trabaja a una presión de salida máxima de 60bar³⁴



Figura 50: Sistema de almacenamiento

Tabla N.º 23:

Ficha técnica de tanque de almacenamiento

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO			
TANQUE DE HIDRÓGENO	Revestimiento de polímero tipo IV con materiales compuestos		
PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (PS)	60bar		
CERTIFICACIÓN	DEP		
VÁLVULAS	VRP y TPRD		

CUADRIA			
TALLAS	8 pies	20 pies	40 pies
MASA TOTAL DE HIDRÓGENO ALMACENADO A 60BAR (15°C)	16,8 kg	50,4 kg	100 kg
ENERGÍA RESTAURADA TRAS UNA PILA DE COMBUSTIBLE CON UNA EFICIENCIA DEL 50%	275kWh	830kWh	1650kWh
DIMENSIONES (M)	2,42*2,42*2,72	5,90*2,35*2,39	12,05*2,35*2,39

INSTRUMENTACIÓN (P&ID)	Se puede adaptar a las solicitudes de los clientes.
------------------------	---

³⁴ <https://www.mahytec.com/en/products/energy-storage-system/>

4.7. Presupuesto del sistema fotovoltaico

Se detallan los precios de los diferentes equipos seleccionados para el sistema

Tabla 24:

Presupuesto del sistema

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL S/.
2,000.00	GENERADOR FOTOVOLTAICO					S/. 274,051.34
2.001.00	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO ERA 400 Wp PERC	UND	238.00	S/693.38	S/165,024.44	
2.002.00	ESTRUCTURA PARA SOPORTE PARA PANELES FOTOVOLTAICOS	UND	238.00	S/56.00	S/13,328.00	
2.003.00	INVERSOR REGULADOR AXPERT MAX II 10000 W 150 A 500V VOLTRONIC	UND	10.00	S/9,569.89	S/95,698.90	
3,000.00	COMPONENTES DE PROTECCION					S/2,098.41
3.001.00	FUSIBLE 20A 500V	UND	40.00	S/10.87	S/434.80	
3.002.00	PORTA FUSIBLES	UND	40.00	S/7.65	S/306.00	
3.003.00	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO T3 ABB 250 A	UND	1.00	S/557.61	S/557.61	
3.004.00	INTERRUPTOR ABB DIFERENCIAL 250 A	UND	1.00	S/650.00	S/650.00	
3.005.00	TABLERO ELECTRICO DE PROTECCION	UND	1.00	S/150.00	S/150.00	
4,000.00	CONDUCTORES ELECTRICOS					S/2,296.30
4.001.00	CABLE UNIFILAR 35mm2 POWERFLEX RV -K	m	10.00	S/39.35	S/393.50	
4.002.00	CABLE UNIFILAR 50 mm2 POWERFLEX RV - K	m	30.00	S/58.04	S/1,741.20	
4.003.00	CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV ZZ-F	m	20.00	S/8.08	S/161.60	
5,000.00	TOTAL DE PRESUPUESTO					
					TOTAL	S/278,446.05

Fuente: Elaboración propia

4.8. Presupuesto del sistema de generación y almacenamiento de hidrogeno

Se detallan los precios del electrolizador, tanque de almacenamiento de hidrogeno, tanque de almacenamiento de agua.

Tabla 25:

Presupuesto del sistema de generación de hidrogeno y almacenamiento

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUBTOTAL S/.
1.000 GENERADOR DE HIDROGENO						187,493.00 €
1.001	ELECTROLIZADOR EL10N	UND	1	160,750.00 €	160,750.00 €	
1.002	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO 60 bar	UND	1	25,950.00 €	25,950.00 €	
1.003	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 2800 L	UND	1	793.00 €	793.00 €	
TOTAL DEL PRESUPUESTO						
					TOTAL	187,493.00 €

Fuente: Elaboración propia

4.9. Evaluación Económica

La valoración económica constituye la parte final del proyecto donde se aplican los métodos de valoración económica tras reunir toda la información generada en los capítulos anteriores. Tasa Interna de Retorno (TIR) como Valor Presente Neto (VAN) Recuperación (RP)

4.9.1. Valor actual Neto (VAN)

El valor presente neto es una de las medidas económicas más utilizadas al evaluar proyectos de capital. Consiste en determinar la equivalencia de los flujos de caja generados por el proyecto en el tiempo cero y comparar esa equivalencia con la inversión inicial. Su cálculo requiere una tasa de descuento, o un factor de actualización que descuenta el valor futuro del dinero a su equivalente actual. Una vez que se aplica la tasa de descuento, el flujo con el tiempo (ahora) igual a cero se ve así: Descuento llamado River

$$VAN = -FC_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} \dots \dots \dots 0$$

VAN = valor actual neto

FC_0 = inversión inicial del proyecto

FC_i = flujode caja anual

r = tasa de rentabilidad o tasa de descuento

n = Numero de años para el estudio

i = Año actual

Si el VAN es < 0 Se rechaza el proyecto, el proyecto no es rentable

Si el VAN es $= 0$ Se alcanza el punto de equilibrio, es decir no tendremos ni perdidas
ni ganancias.

Si el VAN es > 0 Se acepta el proyecto, el proyecto es rentable

4.9.2. Tasa interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es un indicador financiero que mide el rendimiento de los fondos que se pretenden invertir en un proyecto. Esta es la tasa igual a la suma de las entradas descontadas para la inversión inicial. Este segundo criterio de rentabilidad nos muestra la tasa que hace nulo al VAN; es decir, la tasa de interés que iguala la inversión inicial con los flujos de caja futuros esperados en el proyecto.

$$VAN = 0 \rightarrow -FC_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} = 0 \dots \dots \dots ()$$

4.9.3. Flujo de caja

El flujo de caja en cualquier proyecto es fundamental ya que de esta forma obtendremos la información exacta que tendrá nuestro sistema fotovoltaico desarrollado para pagar las deudas, medir su nivel de liquidez y con el paso de los años conocer el estado de nuestro sistema.

Haciendo una estimación a los ingresos y egresos de dinero que tiene nuestro sistema fotovoltaico por un periodo de 25 años, como se aprecia en la tabla N° 21, en el cual podemos observar un flujo de caja positivo lo que nos indica que los activos corrientes del sistema fotovoltaico están en aumento.

Con lo cual podemos concluir que nuestro sistema fotovoltaico está en condiciones de liquidar las deudas, reinvertir en el proyecto, pagar gastos.

4.9.4. Periodo de recuperación

Con este criterio evaluaremos la rentabilidad de inversión, la cual nos proporcionará el tiempo mínimo que el proyecto podrá recuperar la inversión inicial (costo de proyecto), podremos verificar a travez de los flujos de caja por año que nos proporciona la Tabla N.º 21

Detallaremos los resultados del VAN, TIR y PR se obtienen a partir de la tabla de flujo de caja anual elaborada a partir de la energía producida anualmente por nuestro sistema fotovoltaico, y los costos de energía facturados.

Finalmente, después de realizar un análisis económico mediante el flujo de caja, con lo cual tenemos los valores de las variables económicas, teniendo como resultados el VAN positivo y el TIR mayor a la tasa de descuento y el PR no mayor a 8 años, con lo cual podemos concluir que nuestro proyecto tiene una viabilidad económica.

Tabla 26:
Flujo de Caja

Año		Energía del sistema de microgeneración (kW.h)	Energía requerida Inmobiliaria cascajal	Energía suministrada por el sistema de microgeneracion	Energía requerida por la Inmobiliaria Cascajal (H.P.)	Energía requerida por Inmobiliaria Cascajal (H.F.P.)	Costo del kW.h (H.P)	Costo del kW.h (H.F.P.)	Bono de carbono	ingresos (S/.)	Mantenimiento y reposcion de equipos	Flujo de caja (S/)	Flujo de caja acumulado (S/)
												-265,118.05	
2021	1	131833.91	112981.88	112981.88	24856.01	88125.87	0.2472	0.2027	251.16	24256.69	750.00	23506.69	23506.69
2022	2	130613.85	115241.52	115241.52	25353.13	89888.38	0.2665	0.2205	248.83	26825.28	768.75	26056.53	49563.23
2023	3	129405.07	117546.35	117546.35	25860.20	91686.15	0.2874	0.2399	246.53	29669.68	787.50	28882.18	78445.41
2024	4	128207.49	119897.28	119897.28	26377.40	93519.88	0.3098	0.2609	244.25	32819.51	806.25	32013.26	110458.67
2025	5	127020.98	122295.22	122295.22	26904.95	95390.27	0.3341	0.2839	241.99	36307.59	825.00	35482.59	145941.26
2026	6	125845.46	124741.13	124741.13	27443.05	97298.08	0.3602	0.3088	239.75	40170.28	843.75	39326.53	185267.79
2027	7	124680.82	127235.95	124680.82	27429.78	97251.04	0.3883	0.3359	237.53	43560.01	862.50	42697.51	227965.30
2028	8	123526.95	129780.67	123526.95	27175.93	96351.02	0.4187	0.3655	235.33	46826.12	881.25	45944.87	273910.18
2029	9	122383.76	132376.28	122383.76	26924.43	95459.33	0.4514	0.3976	233.15	50339.57	900.00	50939.57	324849.75
2030	10	121251.16	135023.81	121251.16	26675.25	94575.90	0.4867	0.4325	230.99	54119.11	62608.65	-8489.54	316360.21
2031	11	120129.03	137724.28	120129.03	26428.39	93700.64	0.5247	0.4705	228.86	58184.94	937.50	57247.44	373607.65
2032	12	119017.29	140478.77	119017.29	26183.80	92833.48	0.5657	0.5119	226.74	62558.80	956.25	61602.55	435210.19
2033	13	117915.84	143288.34	117915.84	25941.48	91974.35	0.6099	0.5569	224.64	67264.05	975.00	66289.05	501499.25
2034	14	116824.58	146154.11	116824.58	25701.41	91123.17	0.6576	0.6058	222.56	72325.88	993.75	71332.13	572831.38
2035	15	115743.42	149077.19	115743.42	25463.55	90279.87	0.7090	0.6590	220.50	77771.35	1012.50	76758.85	649590.23
2036	16	114672.26	152058.74	114672.26	25227.90	89444.36	0.7644	0.7169	218.46	83629.62	1031.25	82598.37	732188.59
2037	17	113611.02	155099.91	113611.02	24994.42	88616.60	0.8242	0.7799	216.44	89932.03	1050.00	88882.03	821070.62
2038	18	112559.60	158201.91	112559.60	24763.11	87796.49	0.8886	0.8485	214.44	96712.34	1068.75	95643.59	916714.21
2039	19	111517.91	161365.95	111517.91	24533.94	86983.97	0.9580	0.9230	212.45	104006.87	1087.50	102919.37	1019633.58
2040	20	110485.86	164593.27	110485.86	24306.89	86178.97	1.0329	1.0042	210.49	111854.70	62796.15	49058.55	1068692.13
2041	21	109463.37	167885.13	109463.37	24081.94	85381.42	1.1136	1.0924	208.54	120297.91	1125.00	119172.91	1187865.03
2042	22	108450.33	171242.83	108450.33	23859.07	84591.26	1.2007	1.1884	206.61	129381.75	1143.75	128238.00	1316103.04
2043	23	107446.67	174667.69	107446.67	23638.27	83808.40	1.2945	1.2928	204.70	139154.96	1162.50	137992.46	1454095.50
2044	24	106452.30	178161.05	106452.30	23419.51	83032.79	1.3957	1.4064	202.80	149669.97	1181.25	148488.72	1602584.22
2045	25	105467.13	181724.27	105467.13	23202.77	82264.36	1.5048	1.5300	200.92	160983.22	1200.00	159783.22	1762367.44

Fuente: Elaboración propia

TIR	15%
VAN	94073.60
TR	8 años

4.10. Conclusiones

- a.** Se realizó el cálculo de la energía promedio diaria que necesita la empresa Inmobiliaria Cascajal la cual fue de 303.47 KWh/Día y con una potencia instalada de 95.2 KW
- b.** De los datos obtenidos de fuentes como Nasa , Atlas solar del Peru y del software Solarius se obtuvieron los valores de HSP de los cuales se tomó el valor más crítico para nuestro cálculo del sistema fotovoltaico que tiene un valor de 4.57
- c.** de acuerdo con nuestro cálculo y dimensionamiento de nuestro sistema este funcionará con 238 paneles solares de la marca Era Solar monocristalinos con una potencia pico por panel de 400Wp. El cual será controlado a través de un 10 inversores interconexión solar de la marca FRONIUS Symo 10 kW es un inversor que se conecta a la red trifásica sin necesidad de baterías.
- d.** El desarrollo de nuestra propuesta del sistema fotovoltaico de interconexión se evaluó para un periodo de 25 años, de acuerdo a nuestro análisis económico, este proyecto termina siendo rentable .
- e.** La evaluación de nuestro cálculo económico pudimos determinar que el presupuesto para este sistema asciende a S/. 265,118.05 según el cálculo de

nuestro flujo de caja obtuvimos resultados de favorables de las variables económicas

Con un valor actual neto (VAN) de S/.94,073.60 y una tasa interna de rentabilidad (TIR) del 15%

- f. Podemos concluir que nuestra propuesta de sistema fotovoltaico es viable, después de calcular nuestro periodo de retorno (PR) de la inversión el cual se da antes de los 8 años, al finalizar este periodo de tiempo el sistema nos permitirá ahorrar costos por consumo de energía.
- g. La propuesta del sistema fotovoltaico interconectado a la red es una muy buena opción de generación de energía eléctrica, esto debido a que no se contaminara el medio ambiente, además de no generar emisiones de CO₂.
- h. La razón principal para promover este combustible en la propuesta de la planta de hidrógeno verde es la baja emisión de CO₂ de su producción.
- i. Se ha encontrado diversas desventajas en la implementación de este sistema, uno de los principales es que la tecnología no es de gran difusión actualmente por lo cual la adquisición del equipamiento depende de factores externos que influyen en los tiempos de entrega y costos de los mismos, no pudiendo tener una certeza en dichas variables, siendo muy volátiles.

- j. De tal forma solo hemos podido analizar los componentes que conformarían nuestra planta de hidrogeno, ya que en un futuro esta tecnología todos tendremos mayores accesos y por ende el costo de los componentes se reducirán.
- k. Se espera que la energía renovable crezca del 36 % al 69 % de la demanda total de energía en 2025 y 2050 respectivamente, mientras que se espera que el hidrógeno crezca del 11 % en 2025 al 34 % en 2050. 40,5% bajará a 40,5% 36,7% en 2030.–

(PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR

FOTOVOLTAICA. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS DE DISEÑO –
trabajo de master universidad de Sevilla Autora Yolanda Gonzales besa)

- l. Llegamos a la conclusión que por ahora el proyecto no es viable debido a que los componentes que los conforman tienen un costo muy elevado, ya que en la actualidad este sistema no está muy difundido aun en nuestro país. Eso nos dificulta a la hora de proponer este sistema por sus componentes como el electrolizador que es el elemento fundamental para que nuestra planta funcione. Tiene un costo muy elevado.

V. ASPECTO ADMINISTRATIVO

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Elmer, B. D. (2019). *Diseño de un Sistema Electrico Aislado utilizando el software HOMER para electrificar el caserio Santa Rosa de Tumar en el Distrito de Huambos, provincia de Chota - Cajamarca*. Lambayeque, Peru: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Falcon, P. U. (2008). *Energias Renovables y Eficiencia Energetica*. Canarias: Feder.

Gonzales, J. A. (2009). *Centrales de Energias Renovables*. Madrid: PEARSON EDUCACION S.A.

Guerra Baeza, Luis David. (2013). *Estudio de Factibilidad tecnico /economica de un sistema hibrido de generacion de energia electrica para escuelas de Quinchao*. Santiago de Chile - Repositorio Uchile <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115291>

Hervas Moreira Jhonatan Alberto, M. N. (2015). *Analisis del Potencial eolico y Solar para la implementacion de un sistema Hibrido de Generacion Electrica en base al uso de Energias Alternativas en el Paramo CHalupas*. Latacunga, Ecuador: Universidad Tecnica de Cotopaxi. - <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2972>

Instalaciones de Energia Solar. (2016). Sevilla,España: Promotora General de Estudios. - Autosolar.es

Instalaciones Solares Fotovoltaicas. (2002). Sevilla, España: Promotora General de Estudios S.A.

Lalupu, H. A. (2013). *Sistema Solar Fotovoltaico de Conexion a Red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura*. Piura, Peru: Universidad Nacional de Piura. - <https://es.slideshare.net/erick15339/sistema-solar-fotovoltaico-de-conexin-a-red-en-el-centro-materno-infantil-de-la-universidad-de-piura>

MINEN. (2011). *Codigo Nacional de Electricidad*. Lima, Peru.

MINEN, D. (2009). *Ley de Conseciones Electricas y su reglamento*. Peru.

SENAMHI. (2003). *Atlas de Energia Solar del Peru*. Peru.

Martin Belión, Juan Carlos (2020). Planta de producción de hidrogeno con autoconsumo de energía solar fotovoltaica. Madrid Comillas Universidad Pontificia ICAI

Renata Belen Cancino Silva (2021), Produccion y Almacenamiento de hidrogeno verde para aplicaciones energeticas en Chile. Universidad de Chile -
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181631?show=full>

Yolanda Gonzales Besa (2016), Produccion de Hidrogeno a partir de energia solar fotovoltaica, analisis de sensibilidad de parametros de diseño. Departamento de Ingenieria Energetica Escuela tecnica superior de ingenieria - Universidad de Sevilla.v -
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/48834/TFM%20Yolanda%20Gonz%C3%83%C2%A1lez%20Besa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carlos Antonio Arellano Jorquera (2019) - Diseño Fabricacion y Prueba de un Electrolizador Solar de baja potencia. - <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/50011>

VII. ANEXOS

- **ANEXO 01:** Cuadro de cargas del expediente técnico

1.3 MÁXIMA DEMANDA

La máxima demanda del proyecto ha sido estimada tomando en cuenta los equipos y máquinas a ser instalados en PREDIO INDUSTRIAL DE LA EMPRESA INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C., y que se describen a continuación:

Cuadro de Máxima Demanda del Predio Industrial:

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA DE LA EMPRESA INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.					
DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (KW)	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
ILUMINACION INTERIOR LUMINARIAS HAY BAY	75	0.17	12.75	1	12.75
ILUMINACION EXTERIOR REFLECTORES	12	0.2	2.4	1	2.4
TOMACORRIENTES	41	0.1	4.1	1	4.1
MOTOR	3	37	111	0.8	88.8
AIRE ACONDICIONADO	6	8	48	0.8	38.4
ELECTROBOMBA	1	2	2	0.8	1.6
THERMA	1	1.82	1.82	0.8	1.456
RESERVA	1	10.5	10.5	1	10.5
TOTAL			192.57		160.0

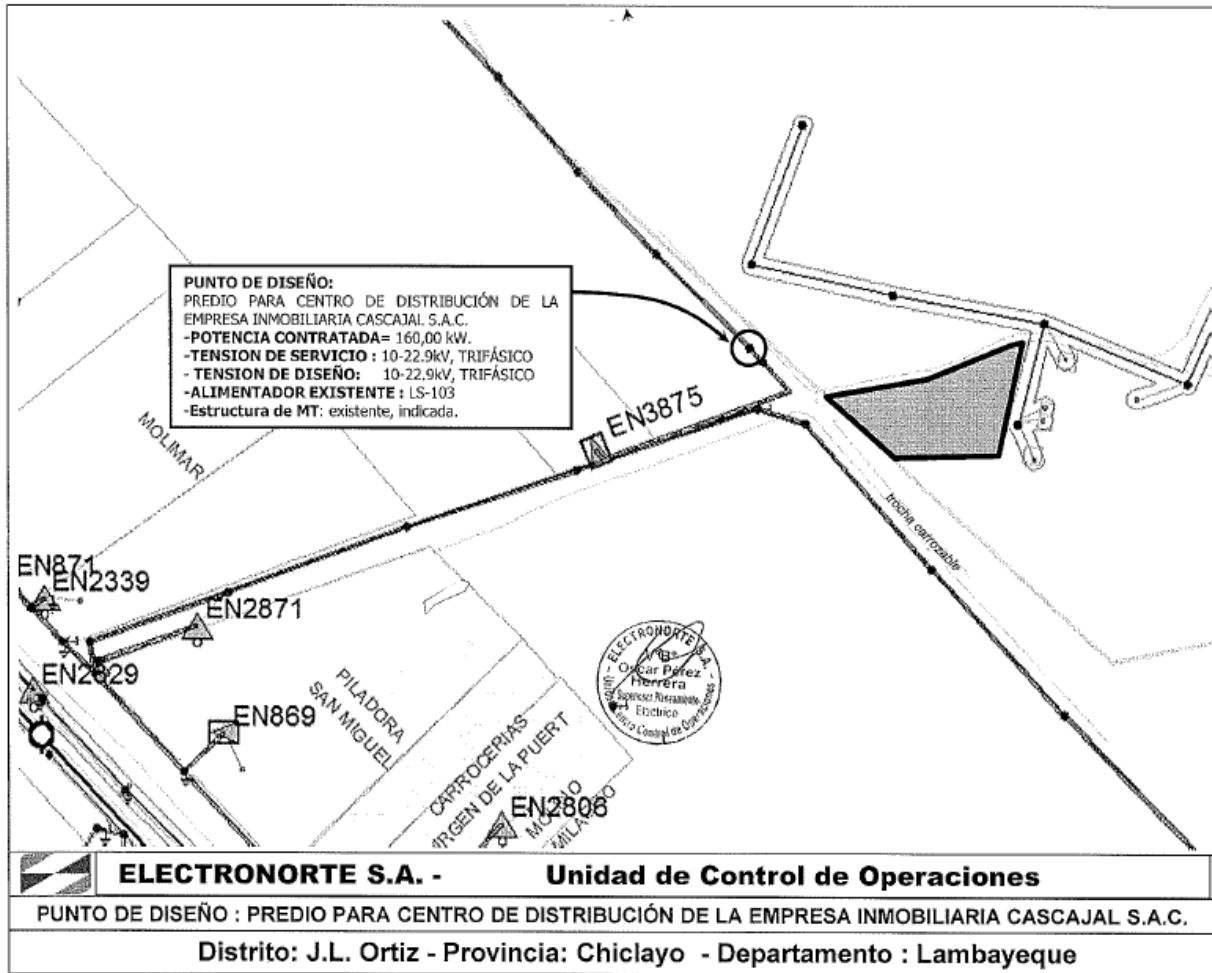
Se proyectó e instaló un transformador de 250KVA; (10-22,9) /0,38-0,22kV.

De lo anterior podemos observar que se tiene una máxima demanda instalada de 160,00kW, a continuación, se muestra el diagrama de carga diario de la mencionada empresa:

DIAGRAMA DE CARGA DIARIO PREDIO INDUSTRIAL DE LA EMPRESA INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Andy F. Cabrera Irigoin
ING. MECANICO ELECTRICISTA
CIP: 82454

– Punto de Diseño y potencia contratada



Documento : Factibilidad de Suministro y fijación de punto de diseño.

Referencia : Solicitud N° 25102338919.

Objetivo

Sustentar el otorgamiento de factibilidad de suministro eléctrico y fijación de punto de diseño para la electrificación del predio para centro de distribución de la empresa **Inmobiliaria Cascajal S.A.C.**, ubicado en el predio Santo Tomas, Sector A, Sub Lote N° 01, Distrito de J.L. Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Generalidades:

Solicitado por : Sra. Laura Mercedes Del Carmen Salcedo Kuljevan.
Representante Legal.
INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Uso de Suministro : Comercial.

Demanda Máxima : 160,00 kW.

Plano : Ubicación.

Análisis

Punto de Diseño : Estructura existente de media tensión, indicada, ubicada en el Sector Santo Tomás, Distrito de J.L. Ortiz. Se adjunta diagrama de ubicación.

Troncal Alimentador : Circuito LS-103, perteneciente al Sistema Eléctrico Chiclayo NorEste, que viene del Centro Transformación LAMBAYEQUE SUR 60/22.9/10kV.

Tensión de servicio : 10kV – Trifásico (actual).
22.9 kV – Trifásico (futuro)

Tensión de diseño : 10-22.9 kV, Trifásico.

Caida de Tensión RDP : 2,70 % (punto de diseño).

En la ejecución de la obra deberá considerar **el estudio de coordinación y protección**, el mismo que deberá ser revisado por la Unidad de Centro de Control, como requisito indispensable para la obtención de Conformidad de Obra.

Observaciones

- A fin de cumplir con la normatividad vigente, la(s) subestación(es) de distribución deberá(n) instalarse en el interior de la propiedad del interesado.
- El presente documento no libera a los propietarios de la responsabilidad de probable afectación al Patrimonio Nacional (zonas arqueológicas o monumentos) por la ubicación del predio donde se proyecta instalar infraestructura eléctrica para el fin solicitado, en tal sentido deberá tramitar la correspondiente constancia ante el Instituto Nacional de Cultura, a efectos de poder gestionar la elaboración de proyecto indicado.
- El punto de diseño indicado a futuro podría ser modificado por motivos de planes de expansión, por el uso de la(s) vía(s) para la instalación de nuevas líneas primarias ó por una gran expectativa de crecimiento de la demanda en la zona del proyecto.
- Se recomienda considerar el mantenimiento preventivo de nuestro Sistema de Utilización en Media Tensión, se realice cada tres meses.
- Los interesados deberán comprometerse legalmente, a asumir el uso de servidumbre y/o saneamiento de la propiedad de terceros en donde se proyecte instalar infraestructura eléctrica para el fin solicitado, eximiendo de toda responsabilidad a Electronorte S.A.



Tel: 074 46-1253 Call Center 874 46-1200
d. Calle San Martín Nº 250
Chiclayo - Perú
e-mail: electronorte@electronorte.com.pe Web: www.distribucion.com.pe/ensa

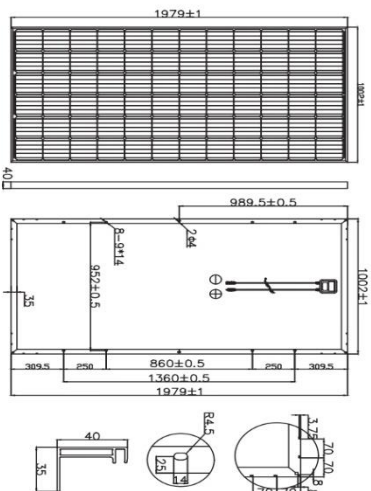
– **ANEXO 03:** Ficha Tecnica Paneles Solare Era 400 Wp



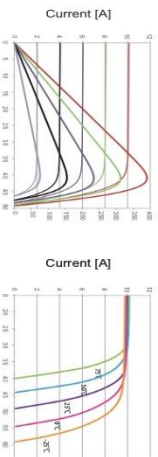
ESpsc

Monocrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS		
Dimensions	1979 x 1002 x 40mm	
Weight	22.5 kg	
Frame	Aluminium hollow- diamond frame on casters	
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm 72 pcs Mono PERC (458.75 x 150.75 mm)	
Cable	EVA	
Cell	EVA	
Embedding	FEVE / PET / FEVE	
Back-Foil	TVO / certified	
Junction Box	4 mm ² solar cable 2 x 900 mm or Customized Length	
Temperature Range	-40°C ... +85°C	
Load Capacity	500 kg (IEC 61215, 540mm)	
Application class	Class A	Class II
Electrical protection class	Class C	
Fire safety class	Class C	
Product warranty	10 years	
Power	10 years 80% 25 years 80%	
Guarantee		
Packaging Configuration		
(1 two pallets = One stack) 27 pcs/pallet, 54 pcs/stack, 54 pcs/40' HQ Container		
CHARACTERISTICS		
Max System Voltage	1000VDC	
Temperature- Coefficient I_{sc}	+0.0297 %/°K	
Temperature- Coefficient V_{oc}	-0.3803 %/°K	
Temperature- Coefficient V_{mp}	-0.57402 %/°K	
Temperature- Coefficient P_{max}	-0.57402 %/°K	
MOCT***	45°C	
CERTIFICATES		
IEC 61215 edition 2 (TUV Nord)		
TUV Rheinland		
IEC 61730 MCS (INMETRO)		
CE CEC SAU-MS1		
UL790 CSA		
PID Resistant		
INSURANCE		
Onsite		



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Voltage [V]
Module characteristics at constant
module temperatures of 25°C and
variable levels of irradiance

Voltage [V]

Module characteristics at variable module temperatures and constant module irradiance of 1,000 W/m²

ESD/SC TYPE	380M	385M	390M	395M	400M
Power Class	380Wp	385Wp	390Wp	395Wp	400Wp
Max. Power Voltage (V_{mp}) at STC*	40.5V	40.8V	41.1V	41.4V	41.7V
Max. Power Current (I_{mp}) at STC	9.39A	9.44A	9.48A	9.55A	9.60A
Open Circuit Voltage (V_{oc}) at STC	48.9V	49.1V	49.5V	49.5V	49.8V
Short Circuit Current (I_{sc}) at STC	9.75A	9.92A	10.12A	10.23A	10.36A
Module Efficiency	19.16%	19.42%	19.67%	19.92%	20.17%

CERTIFICATES

132

ANEXO 04: Ficha técnica inversor

Datasheet	SPH 4000TL3 BH	SPH 5000TL3 BH	SPH 6000TL3 BH	SPH 7000TL3 BH	SPH 8000TL3 BH	SPH 10000TL3 BH
DC input data						
Max. recommended PV power (for module STC)	5200W	6500W	7800W	9100W	10400W	13000W
Max. DC voltage	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V
Start Voltage	160V	160V	160V	160V	160V	160V
MPP voltage range / normal voltage	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V	160V-1000V / 600V
Max. input current per string	12A/12A	12A/12A	12A/12A	12A/12A	12A/12A	12A/12A
Number of MPP trackers / strings per MPP tracker	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
AC output data (On-grid)						
Rated AC output power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Max. AC apparent power	4000VA	5000VA	6000VA	7000VA	8000VA	10000VA
Max. current	6.1A	7.6A	9.1A	10.6A	12.1A	15.2A
AC nominal voltage	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V
AC grid frequency	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
Power factor	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging	0.8leading-0.8lagging
THDi	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
AC grid connection type	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE
AC output data (Backup)						
Max. AC output power	4000W	5000W	6000W	6000W	6000W	6000W
Rated AC output voltage	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V	230V/400V
Rated AC output frequency	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
THDv	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
Switch time	0.5s	0.5s	0.5s	0.5s	0.5s	0.5s
Battery data						
Battery voltage range	160–550V	160–550V	160–550V	160–550V	160–550V	160–550V
Max charging voltage	550V	550V	550V	550V	550V	550V
Max charging current	21A	21A	21A	21A	21A	21A
Max charging and discharging power	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	10000W
Type of battery	Lithium	Lithium	Lithium	Lithium	Lithium	Lithium
Deep of discharging	80%DOD	80%DOD	80%DOD	80%DOD	80%DOD	80%DOD
Capacity of battery	5–50kWh	5–50kWh	5–50kWh	5–50kWh	5–50kWh	5–50kWh
Efficiency						
Max. efficiency	97.6%	97.8%	98.0%	98.2%	98.2%	98.2%
Euro European efficiency	97.0%	97.2%	97.3%	97.4%	97.4%	97.5%
MPPT efficiency	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%
Battery charge/discharge efficiency	94.0%	94.0%	96.2%	96.2%	97.4%	97.4%

ANEXO 05: Ficha técnica Fusibles



RAPIDPLUS

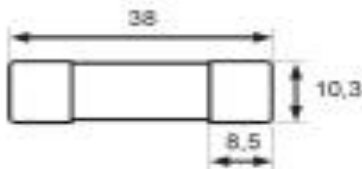
FUSIBLES ULTRARRÁPIDOS PARA SEMICONDUCTORES

CYL **10x38** **aR**
CILINDRICOS
fusibles

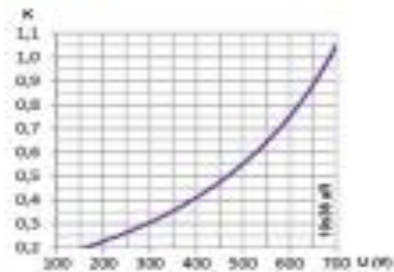
690V AC **1A..32A** **200kA**
(RMS AC) (RMS AC) (RMS AC)
30kA
(RMS DC)



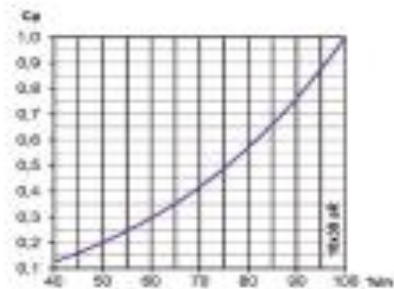
DIMENSIONES



COEFICIENTE DE CORRECCION I²t (K)



COEFICIENTE DE CORRECCION POTENCIA DISIPADA (Cp)

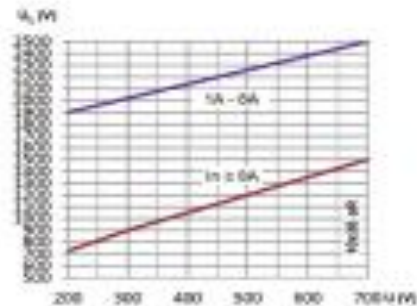


POTENCIAS DISIPADAS

I _n	P _d PRIMARIO	P _d TOTAL	POTENCIA DISIPADA	POTENCIA DISIPADA
(A)	(W)	(W)	0.5 - I _n	I _n
			(W)	(W)
1*	0.20	1.2	0.45	0.75
2	0.80	2.0	0.75	1.40
3	2.5	6.0	0.95	1.70
4	4.9	10	0.97	1.89
6	14.0	38	1.4	2.46
8	3.0	34	0.91	1.52
10	4.7	38	1.23	2.07
12	6.8	54	1.53	2.62
16	12.0	96	2.11	3.72
20	18.0	150	2.57	4.50
25	48.0	364	2.80	4.55
32	75.0	600	3.65	6.65

* sin certificado UL

TENSION DE ARCO (U_a)



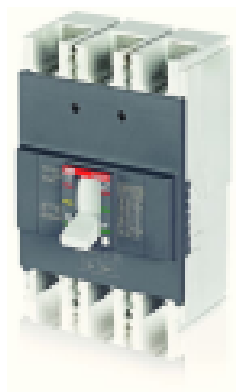
ANEXO 06:



PRODUCT-DETAILS

A2C 250 TMF 250-2500 3p F F

A2C 250 TMF 250-2500 3p F F



General information	
Extended Product Type	A2C 250 TMF 250-2500 3p F F
Product ID	18DA066/7001
SAN	80156-6006907
Catalog Description	A2C 250 TMF 250-2500 3p F F
Long Description	C-BREAKER FORMULA A2C 250 FIXED THREE-POLE WITH FRONT TERMINALS AND THERMOMAGNETIC RELEASE TMF R 250-2500 A

Ordering	
SAN	80156-6006907
Minimum Order Quantity	1 piece
Customs Tariff Number	85362000

Dimensions	
Product Net width	126 mm
Product Net Height	150 mm
Product Net Depth / Length	60 mm
Product Net Weight	1.395 kg

Container Information	
-----------------------	--

Package Level 1 Units	1 piece
Package Level 1 Width	168 mm
Package Level 1 Height	120 mm
Package Level 1 Depth / Length	155 mm
Package Level 1 Gross Weight	1.05 kg
Package Level 1 EAN	8015544004927

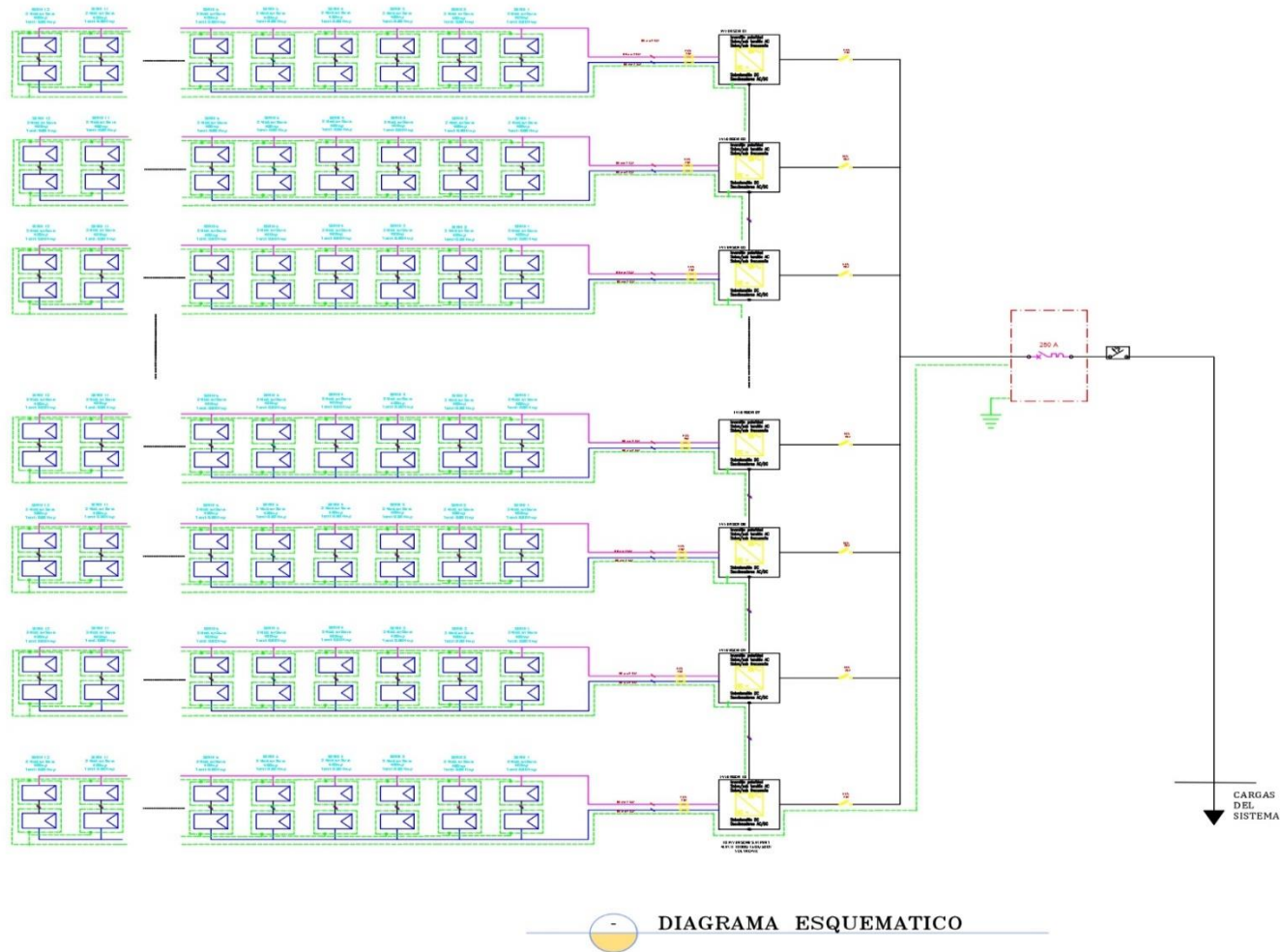
Additional information

Electrical Durability	6000 cycle
Mechanical Durability	Nr. Operations: 10000 cycle
Number of Poles	3
Opening Time	CB with SOB 15 ms CB with UVR 25 ms
Power Loss	at Rated Operating Conditions per Pole 16 W
Product Main Type	SACE FORMULA
Product Name	Moulded Case Circuit Breaker
Product Type	CB
Rated Current (I _n)	Main Circuit 250 A
Rated impulse withstand voltage (U _{imp})	6 kV
Rated Insulation Voltage (U _i)	690 V
Rated Operational Voltage	550 V AC 250 V DC
Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I _{sc})	(240 V AC) 25 kA (380 V AC) 12.5 kA (415 V AC) 12.5 kA (440 V AC) 10 kA (480 V AC) 8 kA (500 V AC) 8 kA (690 V DC) 2 Poles in Series 12.5 kA
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I _{cu})	(240 V AC) 50 kA (380 V AC) 25 kA (415 V AC) 25 kA (440 V AC) 20 kA (480 V AC) 18 kA (500 V AC) 8 kA (690 V DC) 2 Poles in Series 25 kA
Rated Uninterrupted Current (I _u)	250 A
Release Type	TM
Standards	IEC
Sub-type	Alt
Terminal Connection Type	Front
Version	P

Certificates and Declarations (Document Number)

Data Sheet, Technical Information	230C250000000004
Declaration of Conformity - CE	30001267230A000
Environmental Information	15DUG018180001
Instructions and Manuals	23D00071880001

ANEXO 07: DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO



PROPIETARIO:
INMOBILIARIA CASCAJAL SAC.

PROFESIONAL RESPONSABLE:
BACH. RICHARD N. REYES PARRILLA

DISEÑO:
BACH. RICHARD N. REYES PARRILLA

PROYECTO:
PROPUESTA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR CONSUMO ELÉCTRICO EN INMOBILIARIA CASCAJAL SAC

UBICACIÓN:
PREDIO SANTO TOMÁS DISTRITO JILO PROVINCIA CHICLAYO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ESCALA:
1/50

FECHA:
AGOSTO DEL 2021

HOMBRE DE LA LÁMINA:
DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO

LÁMINA:
SFV-01

ANEXO 08: FICHA TECNICA CABLE 50 mm²

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar; Resist. UV FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 50 mm²

Contacto
Venta Local
ventas.peru@nexans.com

Ref. Nexans: P00000836-14

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados y lugares de alta afluencia de público.

DESCRIPCIÓN

Aplicación:

En redes eléctricas de distribución de baja tensión. Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados, aplicación directa en lugares de alta afluencia de público. Se puede instalar en ductos, escalerillas eléctricas o bandejas portacables, en ambientes secos, húmedos o mojados.

Construcción:

1. Conductor: Cobre blando, clase 2.
2. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.
3. Cubierta externa: Compuesto termoplástico libre de halógenos HFFR-UV.

Principales características:

El cable tiene excelentes propiedades eléctricas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas, alta resistencia de aislamiento. La cubierta exterior tiene las siguientes características: No propaga el incendio, baja emisión de humos densos y libre de halógenos. Adecuada resistencia a los aceites. Resistencia a los rayos solares.

Sección:

Desde 1,5 mm² hasta 630 mm².

Marcación:

INDECO S.A. FREETOX N2XOH 0,6/1 kV - Sección - Año - Metrado Secuencial.

Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

Color:

Aislamiento: Natural.

Cubierta externa: Negro-UV, Rojo-UV, Verde-UV o Blanco-UV.

Normas nacionales



NORMAS

Internacional IEC 60228;
IEC 60332-1-2;
IEC 60332-3-24 Cat. C;
IEC 60502-1; IEC 60684-2;
IEC 60754-1; IEC 60754-2;
IEC 61034-2

Nacional ICEA S-95-658; NTP-
IEC 60228; NTP-IEC 60502-1;
UL 2556



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Flexibilidad del
conductor
Clase 2 IEC 60228



Tensión nominal de
servicio Uo/U (Um)
0,6/1 (1,2) kV



Resistencia a
aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los
gases
Baja Toxicidad IEC
60684-2



Corrosividad de los
gases
Baja pH
Corrosividad IEC
60754-2



Densidad de los
humos
Baja Emisión de
Humos - IEC
61034-2



No propagador del
incendio
IEC 60332-3-24
Cat. C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.
Versión 3.3 Generado 01/03/22 www.nexans.pe Página 1 / 4

INDECO
empresa Nexans

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar; Resist. UV

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 50 mm²

Contacto
Venta Local
ventas.peru@nexans.com

NTP-IEC 60228: Conductores para cables aislados.

NTP-IEC 60502-1: Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

Normas internacionales aplicables

IEC 60228: Conductores para cables aislados.

IEC 60502-1: Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

IEC 60332-1-2: Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable simple - Procedimiento para llama premezclada de 1kW.

UL 2556: Métodos de ensayo para alambre y cable. **Sección 9.3:** Ensayo de propagación de llama - FT-1 (muestra vertical).

IEC 60332-3-24: Ensayo para llama vertical extendida de alambres agrupados o cables montados verticalmente - Categoría C.

IEC 60684-2: Tubos flexibles aislantes - Parte 2: Métodos de ensayo.

IEC 60754-1: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables - **Parte 1:** Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.

IEC 60754-2: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables - **Parte 2:** Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.

IEC 61034-2: Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.

ICEA S-95-658: Cables de distribución de tensión nominal hasta 2000 V. **Sección 6.4.2:** Ensayo de inmersión en aceite.

UL 2556: Metodos de ensayo para alambre y cable. **Seccion 4.2.8.5:** Ensayo de resistencia a los rayos solares en arco xenon/arco carbon.

CARACTERÍSTICAS

Características de construcción

Material del conductor	Cobre Temple Blando
Material de aislamiento	XLPE
Cubierta exterior	Compuesto Termoplástico Libre de Halógenos - Resist. UV
Libre de halógenos	IEC 60754-1



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Flexibilidad del conductor
Clase 2 IEC 60228



Tensión nominal de servicio Uo/U (Um)
0,6/1 (1,2) kV



Resistencia a aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los gases
Baja Toxicidad IEC
60684-2



Corrosividad de los gases
Baja pH
Corrosividad IEC
60754-2



Densidad de los humos
Baja Emisión de Humos - IEC
61034-2



No propagador del incendio
IEC 60332-3-24
Cat.C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.
Versión 3.3 Generado 01/03/22 www.nexans.pe Página 2 / 4

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar; Resist. UV

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 50 mm2

Contacto
Venta Local
ventas.peru@nexans.com

Características de construcción	
Color de cubierta	Negro - UV
Cable Mensajero	-
Flexibilidad del conductor	Clase 2 IEC 60228
Forma del conductor	Cableado Compactado
Características dimensionales	
Sección del conductor	50 mm ²
Diámetro del conductor	7,9 mm
Mínimo espesor de aislamiento	1,0 mm
Mínimo espesor de cubierta	0,9 mm
Diámetro sobre cubierta	11,9 mm
Peso aproximado	494 kg/km
Número de fases	1
Número total de alambres	19
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio Uo/U (Um)	0,6/ 1 (1.2) kV
Rigidez dieléctrica	3,5 kV
Tiempo Rigidez Dielectrica Vca al aislamiento	5 min.
Capacidad de corriente en aire a 30°C - formación plana	216 A
Capacidad de corriente en aire a 30°C - formación triangular	207 A
Capacidad de corriente enterrado a 20°C	153 A
Capacitancia Nominal	589,0 pF/m
Resistencia máxima del conductor en CC a 20° C	0,387 Ohm/km
Características de uso	
Resistencia a aceites	ICEA S-95-658
Toxicidad de los gases	Baja Toxicidad IEC 60684-2
Corrosividad de los gases	Baja pH Corrosividad IEC 60754-2
Densidad de los humos	Baja Emisión de Humos - IEC 61034-2
No propagador del incendio	IEC 60332-3-24 Cat.C
No propagación de la llama	IEC 60332-1-2; FT1
Resistencia a Radiación Ultravioleta	UL 2556 - Resistencia a los rayos solares
Temperatura máxima operación	90 °C
Temperatura de sobrecarga de emergencia	130 °C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	250 °C
Midspan	No



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Flexibilidad del conductor
Clase 2 IEC 60228



Tensión nominal de servicio Uo/U (Um)
0,6/ 1 (1.2) kV



Resistencia a aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los gases
Baja Toxicidad IEC 60684-2



Corrosividad de los gases
Baja pH Corrosividad IEC 60754-2



Densidad de los humos
Baja Emisión de Humos - IEC 61034-2



No propagador del incendio
IEC 60332-3-24 Cat.C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.
Versión 3.3 Generado 01/03/22 www.nexans.pe Página 3 / 4

INDECO
empresa Nexans

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar; Resist. UV

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 50 mm2

Contacto
Venta Local
ventas.peru@nexans.com

RADIO DE CURVATURA UNA VEZ INSTALADO EN B.T.

$$R = D \times f$$

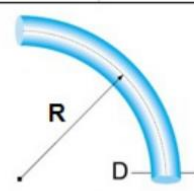
R: Radio de curvatura una vez instalado (mm)

D: Diámetro sobre cubierta externa o sobre aislamiento (cuando no tiene cubierta externa) (mm)

f: Factor multiplicativo; dado en la siguiente tabla:

FACTOR DEL RADIO DE CURVATURA BT

Sin armadura	Espesor del aislamiento (mm)	Diámetro externo del cable		
		< 25.4 mm	25.4 mm ≤ D ≤ 50.8 mm	> 50.8 mm
	De 0 a 4.31	4	5	6
	Mayor o igual a 4.32	5	6	7
Cables con armadura de cintas lisas o alambres				12



CONDICIONES DE CÁLCULO DE CORRIENTE: CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR L.V.; 90°C

VALORES DE CAPACIDAD DE CORRIENTE Y CONDICIONES DE CALCULO DE CORRIENTE BASADOS EN IEC 60364-5-52:2009 :

TABLA B.52.5 (METODO D2: Enterrado en formación triangular).

TABLA B.52.12 (METODO F: Al aire en formación plana y en contacto).

TABLA B.52.12 (METODO F: Al aire en formación triangular).

Temperatura máxima del conductor : 90°C.

Temperatura ambiente : 30°C.

Temperatura del terreno : 20°C.

Profundidad de tendido hasta : 0,8 m.

Resistividad térmica del terreno : 2,5 K.m/W.



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Flexibilidad del
conductor
Clase 2 IEC 60228



Tensión nominal de
servicio Uo/U (Um)
0,6/1 (1,2) kV



Resistencia a
aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los
gases
Baja Toxicidad IEC
60684-2



Corrosividad de los
gases
Baja pH
Corrosividad IEC
60754-2



Densidad de los
humos
Baja Emisión de
Humos - IEC
61034-2



No propagador del
incendio
IEC 60332-3-24
Cat.C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

Versión 3.3 Generado 01/03/22 www.nexans.pe Página 4 / 4

INDECO
empresa Nexans

ANEXO 09: RECIBOS DE LUZ

Recibo N° S258-93018779

José leonardo ortiz/Chiclayo

Recibo por Consumo del 01/08/2021 al 31/08/2021

Ciente	INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.		
R.U.C.	20538004830		
Dirección	Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO SANTO TOMAS Sect.A Etapa - José leonardo ortiz /		
Referencia			
Ruta	1324-61139-911		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002875179 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-204387	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Inicio Contrato	22/07/2021
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	21/07/2022



Ensa

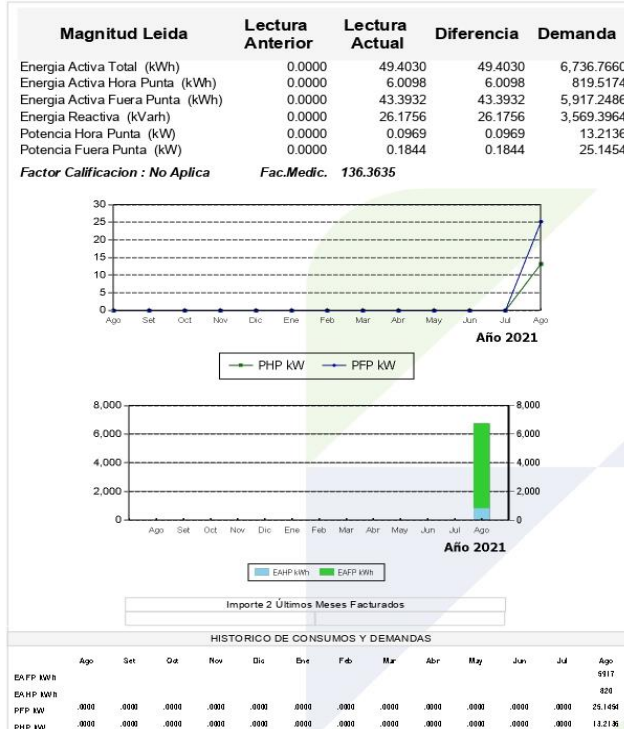


Agosto-2021

CÓDIGO 39264762

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
25.1454	13.2136	100.0000	40.0000

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	0.0000	49.4030	49.4030	6,736.7660	Cargo Fijo		11.4635	11.46
Energía Activa Hora Punta (kWh)	0.0000	6.0098	6.0098	819.5174	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la			19.59
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	0.0000	43.3932	43.3932	5,917.2486	Conexión			
Energía Reactiva (kVarh)	0.0000	26.1756	26.1756	3,569.3964	Energía Activa HP	819.5174	0.2853	233.81
Potencia Hora Punta (kW)	0.0000	0.0969	0.0969	13.2136	Energía Activa FP	5917.2486	0.2365	1399.43
Potencia Fuera Punta (kW)	0.0000	0.1844	0.1844	25.1454	Energía Reactiva	1548.3666	0.0523	80.98
Factor Calificación : No Aplica					Pot. Uso Redes Distrib. HP	13.2136	15.2500	201.51
Fac.Medic. 136.3635					Pot. Activa Generación HP	13.2136	63.7500	842.37
					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	11.9318	16.2861	194.32
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.3985)			99.63
					SUB TOTAL			3083.10
					Imp. Gral. a las Ventas			554.96
					Redondeo		-0.0400	-0.04
					Aporte Ley Nro. 28749	6736.7660	0.0088	59.28
					TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2021			3697.30
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 122.64			



Emisión	06/09/2021	Vencimiento	23/09/2021	TOTAL	S/*****3,697.30
----------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------	------------------------

Su AMT es : A2086 - LS104 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son : TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SIETE Y 30/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Agosto-2021 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I. Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Facturación: Agosto-2021

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Suministro Ensa 39264762

Dirección Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO

Ruta 1324-61139-911

Emisión 06/09/2021

Vencimiento 23/09/2021

Recibo N° 58--93018779

José leonardo ortiz/Chiclayo

TOTAL A PAGAR S/ ***3,697.30**



Recibo N° S258-93155810

José leonardo ortiz/Chiclayo

Recibo por Consumo del 01/09/2021 al 30/09/2021

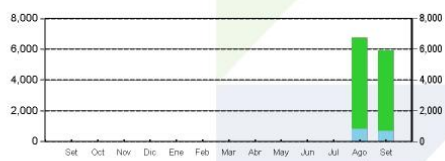
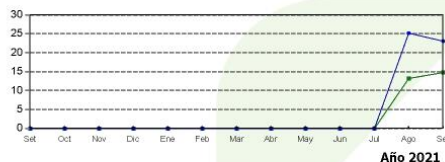

Ensa


Cliente	INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.		
R.U.C.	20538004830		
Dirección	Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO SANTO TOMAS Sect.A Etapa - José leonardo ortiz /		
Referencia			
Ruta	1324-61139-911		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002875179 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-204387	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Inicio Contrato	22/07/2021
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	21/07/2022

Setiembre-2021
CÓDIGO
39264762

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
24.0886	13.9909	100.0000	40.0000

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	49.4030	92.9099	43.5069	5,932.7532	Cargo Fijo		11.6690	11.67
Energía Activa Hora Punta (kWh)	6.0098	11.0902	5.0804	692.7811	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			19.91
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	43.3932	81.8197	38.4265	5,239.9720	Energía Activa HP	692.7811	0.2879	199.45
Energía Reactiva (kVarh)	26.1756	44.5067	18.3311	2,499.6930	Energía Activa FP	5239.9720	0.2389	1251.83
Potencia Hora Punta (kW)	0.0969	0.1083	0.1083	14.7682	Energía Reactiva	719.8671	0.0530	38.15
Potencia Fuera Punta (kW)	0.1844	0.1689	0.1689	23.0318	Pot. Uso Redes Distrib. HP	13.9909	15.5500	217.56
Factor Calificación : No Aplica Fac.Medic. 136.3635					Pot. Activa Generación HP	14.7682	64.6900	955.35
					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	10.0977	16.6170	167.79
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.4029)			100.73
					Interés Compensatorio	1.0000	7.3207	7.32
					SUB TOTAL			2969.76
					Imp. Gral. a las Ventas			534.56
					Interés Moratorio	1.0000	0.3394	0.34
					Saldo por redondeo	1.0000	0.0400	0.04
					Redondeo		-0.0100	-0.01
					Aporte Ley Nro. 28749	5932.7531	0.0088	52.21
					TOTAL RECIBO DE SETIEMBRE-2021			3556.90
					Deuda Anterior (1 Mes.)			3697.30
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 117.37			


 Importe 2 Últimos Meses Facturados
Ago - 2021 S/ 3697.30

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
EAFP kWh												251454	236318
EAPP kWh												820	693
PFP kW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
PHP kW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

Emisión 06/10/2021 Vencimiento 25/10/2021 TOTAL S/***7,254.20**
Su AMT es : A2086 - LS104 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son : SIETE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO Y 20/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Setiembre-2021 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I, Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Fecha Corte:26/10/2021

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Facturación: Setiembre-2021

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Suministro Ensa 39264762

Dirección Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO

Ruta 1324-61139-911

Emisión 06/10/2021

Vencimiento 25/10/2021

Recibo N° 58--93155810

José leonardo ortiz/Chiclayo

TOTAL A PAGAR S/ ***7,254.20**


Recibo N° S258-93293481

José leonardo ortíz/Chiclayo

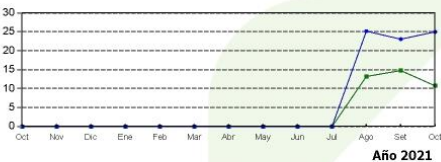
Recibo por Consumo del 01/10/2021 al 31/10/2021


Ensa

Octubre-2021
CÓDIGO 39264762

Cliente	INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.		
R.U.C.	20538004830		
Dirección	Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO SANTO TOMAS Sect.A Etapa - José leonardo ortíz /		
Referencia			
Ruta	1324-61139-911		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002875179 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-204387	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Inicio Contrato	22/07/2021
Tipo Suministro	Tnfásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	21/07/2022

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
25.0568	13.9909	100.0000	40.0000

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total				
Energia Activa Total (kWh)	92.9099	134.5552	41.6453	5,678.8989	Cargo Fijo		11.8165	11.82				
Energia Activa Hora Punta (kWh)	11.0902	16.2935	5.2033	709.5402	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			20.15				
Energia Activa Fuera Punta (kWh)	81.8197	118.2618	36.4421	4,969.3723	Energia Activa HP	709.5402	0.3097	219.74				
Energia Reactiva (kVarh)	44.5067	64.6731	20.1664	2,749.9609	Energia Activa FP	4969.3723	0.2565	1274.64				
Potencia Hora Punta (kW)	0.1083	0.0787	0.0787	10.7318	Energia Reactiva	1046.2872	0.0535	55.98				
Potencia Fuera Punta (kW)	0.1689	0.1831	0.1831	24.9682	Pot. Uso Redes Distrib. HP	13.9909	15.7900	220.92				
Factor Calificación : No Aplica					Pot. Activa Generación HP	10.7318	67.0500	719.57				
Fac.Medic. 136.3635					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	11.0659	16.8758	186.75				
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.4360)			109.00				
					Interés Compensatorio	1.0000	14.1288	14.13				
					SUB TOTAL			2832.70				
					Imp. Gral. a las Ventas			509.89				
					Interés Moratorio	1.0000	1.8718	1.87				
					Saldo por redondeo	1.0000	0.0100	0.01				
					Redondeo		-0.0400	-0.04				
					Aporte Ley Nro. 28749	5678.9125	0.0088	49.97				
					TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2021							3394.40
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 11.02							

Importe 2 Últimos Meses Facturados											
Ago - 2021 S/ 3097.30											
Set - 2021 S/ 3558.90											
HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS											
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag
EA FP kWh											9117
EA HP kWh											820
FP kW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	25.1454
HP kW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	13.2136

Emisión		06/11/2021		Vencimiento		24/11/2021		TOTAL		S/*****3,394.40	
---------	--	------------	--	-------------	--	------------	--	-------	--	-----------------	--

Su AMT es : A2086 - LS104 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son: TRES MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO Y 40/100 SOLES

(*) El importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Octubre-2021 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en:
<https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Facturación: Octubre-2021

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Suministro Ensa 39264762

Dirección Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO

Ruta 1324-61139-911

Emisión 06/11/2021

Vencimiento 24/11/2021

Recibo N° 58--93293481

José leonardo ortíz/Chiclayo

TOTAL A PAGAR S/ ***3,394.40**


Recibo N° S258-93431515

José leonardo ortiz/Chiclayo

Recibo por Consumo del 01/11/2021 al 30/11/2021


Ensa

Noviembre-2021
CÓDIGO 39264762

Cliente	INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.		
R.U.C.	20538004830		
Dirección	Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO SANTO TOMAS Sect.A Etapa - José leonardo ortiz /		
Referencia			
Ruta	1324-61139-911		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002875179 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-204387	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Inicio Contrato	22/07/2021
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	21/07/2022

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
25.1318	16.6568	100.0000	40.0000

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	134.5552	180.4501	45.8949	6,258.3892	Cargo Fijo		11.8300	11.83
Energía Activa Hora Punta (kWh)	16.2935	21.7214	5.4279	740.1674	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			20.17
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	118.2618	158.7287	40.4669	5,518.2081	Energía Activa HP	740.1674	0.3036	224.71
Energía Reactiva (kVarh)	64.6731	83.2047	18.5316	2,527.0338	Energía Activa FP	5518.2081	0.2500	1379.55
Potencia Hora Punta (kW)	0.0787	0.1360	0.1360	18.5454	Energía Reactiva	649.5212	0.0536	34.81
Potencia Fuera Punta (kW)	0.1831	0.1842	0.1842	25.1182	Pot. Uso Redes Distrib. HP	16.6568	15.7600	262.51
Factor Calificación : No Aplica Fac.Medic. 136.3635					Pot. Activa Generación HP	18.5454	69.2100	1283.53
					Exc.Pot.Uso Redes Dist.FP	8.4750	16.8400	142.72
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.3797)			94.93
					SUB TOTAL			3454.76
					Imp. Gral. a las Ventas			621.86
					Saldo por redondeo	1.0000	0.0400	0.04
					Redondeo		-0.0300	-0.03
					Aporte Ley Nro. 28749	6258.3755	0.0088	55.07
					TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE-2021			4131.70
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 137.57			

Año 2021

Año 2021

Importe 2 Últimos Meses Facturados

Set - 2021 S/ 3556.90 Oct - 2021 S/ 3394.40

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS											
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
EAFP kWh										920	993
EAPP kWh										25,1464	23,6318
PFP kW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	13.2136	14.7682
PHP kW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	13.2136	14.7682

Emisión	06/12/2021	Vencimiento	23/12/2021	TOTAL	S/*****4,131.70
----------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------	------------------------

Su AMT es : A2086 - LS104 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son : CUATRO MIL CIENTO TREINTA Y UNO Y 70/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Noviembre-2021 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I, Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Facturación: Noviembre-2021

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Suministro 39264762

Dirección Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO

Ruta 1324-61139-911

Emisión 06/12/2021

Vencimiento 23/12/2021

Recibo N° 58--93431515

José leonardo ortiz/Chiclayo

TOTAL A PAGAR S/ ***4,131.70**


1

Recibo N° S258-93569810

José leonardo ortiz/Chiclayo

Recibo por Consumo del 01/12/2021 al 31/12/2021

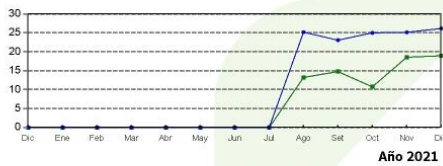

Ensa

Diciembre-2021
CÓDIGO
39264762

Cliente	INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.		
R.U.C.	20538004830		
Dirección	Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO SANTO TOMAS Sect.A Etapa - José leonardo ortiz /		
Referencia			
Ruta	1324-61139-911		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002875179 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-204387	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Inicio Contrato	22/07/2021
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	21/07/2022

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
25.6295	18.7364	100.0000	40.0000

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	180.4501	229.0009	48.5508	6,620.5570	Cargo Fijo		11.9565	11.96
Energía Activa Hora Punta (kWh)	21.7214	26.6294	4.9080	669.2721	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la			20.18
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	158.7287	202.3716	43.6429	5,951.2986	Conexión			202.59
Energía Reactiva (kVarh)	83.2047	102.6375	19.4328	2,649.9246	Energía Activa HP	669.2721	0.3027	1482.47
Potencia Hora Punta (kW)	0.1360	0.1388	0.1388	18.9273	Energía Activa FP	5951.2986	0.2491	35.05
Potencia Fuera Punta (kW)	0.1842	0.1915	0.1915	26.1136	Pot.Usd Redes Distrib HP	18.7364	15.9800	299.41
Factor Calificación : No Aplica Fac.Medic. 136.3635					Pot. Activa Generación HP	18.9273	69.4200	1313.93
					Exc. Pot.Usd Redes Dist.FP	6.8931	17.0658	117.64
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.4261)			106.53
					Interés Compensatorio	1.0000	2.6897	2.69
					SUB TOTAL			3592.45
					Imp. Gral. a las Ventas			646.64
					Saklo por redondeo	1.0000	0.0300	0.03
					Redondeo		0.0200	0.02
					Aporte Ley Nro. 28749	6620.5707	0.0088	58.26
					TOTAL RECIBO DE DICIEMBRE-2021			4297.40
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 142.96			


 Importe 2 Últimos Meses Facturados
 Oct - 2021 S/ 3304.40 Nov - 2021 S/ 4131.70

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
EAP KW									5917	5240	4969	5914	5951
EAF KW									820	693	710	740	669
PFP KW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	251454	21.6318	24.9882	25.1182	25.1136
PHP KW	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	132136	14.7882	16.7318	15.5454	15.9273

Emisión 06/01/2022 Vencimiento 24/01/2022 TOTAL S/***4,297.40**
Su AMT es : A2086 - LS104 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son: CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE Y 40/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Diciembre-2021 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I. Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriluz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMIRecibo/>

Facturación: Diciembre-2021

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Suministro Ensa 39264762

Dirección Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO

Ruta 1324-61139-911

Emisión 06/01/2022

Vencimiento 24/01/2022

Recibo N° 58--93569810

José leonardo ortiz/Chiclayo

TOTAL A PAGAR S/ ***4,297.40**


1

Recibo N° S258-93708469

José leonardo ortiz/Chiclayo

Recibo por Consumo del 01/01/2022 al 31/01/2022

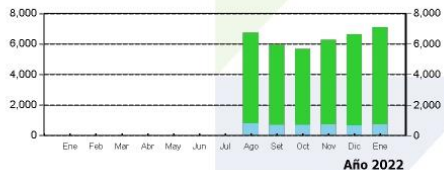
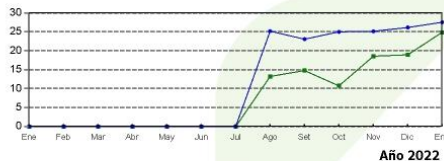

Ensa


Cliente	INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.		
R.U.C.	20538004830		
Dirección	Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO SANTO TOMAS Sect.A Etapa - José leonardo ortiz /		
Referencia			
Ruta	1324-61139-911		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	000000002875179 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-204387	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Inicio Contrato	22/07/2021
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	21/07/2022

Enero-2022
CÓDIGO 39264762

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
26.8023	21.8864	100.0000	40.0000

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	229.0009	280.8943	51.8934	7,076.3657	Cargo Fijo		11.9700	11.97
Energía Activa Hora Punta (kWh)	26.6294	32.1246	5.4952	749.3447	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			20.18
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	202.3716	248.7697	46.3981	6,327.0073	Energía Activa HP	749.3447	0.3027	226.83
Energía Reactiva (kVarh)	102.6375	120.4203	17.7828	2,424.9248	Energía Activa FP	6327.0073	0.2491	1576.06
Potencia Hora Punta (kW)	0.1388	0.1822	0.1822	24.8454	Energía Reactiva	302.0192	0.0527	15.92
Potencia Fuera Punta (kW)	0.1915	0.2016	0.2016	27.4909	Pot. Uso Redes Distrib. HP	21.8864	16.0000	350.18
Factor Calificación : No Aplica Fac.Medic. 136.3635					Pot. Activa Generación HP	24.8454	69.4600	1725.76
					Exc.Pot.Uso Redes Dist.FP	4.9159	17.0900	84.01
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.4224)			105.60
					SUB TOTAL			4116.51
					Imp. Gral. a las Ventas			740.97
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0200	-0.02
					Redondeo		0.0400	0.04
					Aporte Ley Nro. 28749	7076.3520	0.0092	65.10
					TOTAL RECIBO DE ENERO-2022			4922.60
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 164.65			



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Nov - 2021 S/ 4131.70	Dic - 2021 S/ 4297.40

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
EAHP kWh							5917	5240	4969	5518	5951	6327	
EAFP kWh							920	693	710	740	669	749	
PFP kW	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	25.1454	23.0318	24.9882	25.1182	26.1136	27.4909	
PHP kW	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	13.2136	14.7682	10.7318	18.5454	18.9273	24.8454	

Emisión	06/02/2022	Vencimiento	24/02/2022	TOTAL	S/*****4,922.60
----------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------	------------------------

Su AMT es : A2086 - LS104 de SE de Potencia : LAMBAYEQUE SUR

Son : CUATRO MIL NOVECIENTOS VEINTIDOS Y 60/100 SOLES

(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Enero-2022 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriluz.com.pe
 Revise el estado de cuenta de su recibo en:
<https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Facturación: Enero-2022

INMOBILIARIA CASCAJAL S.A.C.

Suministro 39264762

Dirección Sub.Lt. 01 N° 11095983 PREDIO

Ruta 1324-61139-911

Emisión 06/02/2022

Vencimiento 24/02/2022

Recibo N° 58--93708469

José leonardo ortiz/Chiclayo

TOTAL A PAGAR S/ ***4,922.60**




UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACION N°027-2023-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 10:00 a.m. del día viernes 08 de setiembre de 2023. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°177-2023-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 04 de setiembre de 2023, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

Dr. Ing. SEGUNDO ABELARDO HORNA TORRES
M.Sc. Ing. CARLOS YUPANQUI RODRIGUEZ
ING. TEOBALDO JULCA OROZCO
ING. ROBINSON TAPIA ASENJO

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO
ASESOR


Se recibió la Tesis titulada:

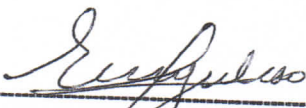
"PROPUESTA DE UN SISTEMA HIBRIDO EOLICO FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN INMOBILIARIA CASCAJAL SAC. UBICADO EN PREDIO SANTO TOMAS DISTRITO JLO, PROVINCIA CHICLAYO DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE"


Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **REYES PARRILLA RICHAR NIXON.**

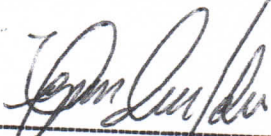
Finalizada la sustentación de Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (16) en la escala vigesimal, mención BUENO. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

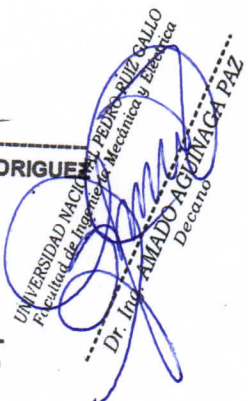
Siendo las _____ del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. SEGUNDO ABELARDO HORNA TORRES
PRESIDENTE


ING. TEOBALDO EDGAR JULCA OROZCO
MIEMBRO


M.Sc. Ing. CARLOS YUPANQUI RODRIGUEZ
SECRETARIO


ING. ROBINSON TAPIA ASENJO
ASESOR



ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, ING. ROBINSON TAPIA ASENJO, usuario revisor del documento titulado: **“PROPUESTA DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA EN INMOBILIARIA CASCAJAL SAC. UBICADO EN PREDIO SANTO TOMAS DISTRITO JLO, PROVINCIA CHICLAYO DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE”**

Cuyo autor es, **REYES PARRILLA RICAR NIXON**, identificado con documento de identidad N° **45996550**, declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **20%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 12 de enero del 2024



ING. ROBINSON TAPIA ASENJO

DNI: 16742683

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

PROPUESTA DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA EN INMOBILIARIA CASCAJAL SAC. UBICADO EN PREDIO SANTO TOMAS DISTRITO JLO, PROVINCIA CHICLAYO DEPARTAMEN

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uchile.cl	4%
Fuente de Internet		

2	hdl.handle.net	2%
Fuente de Internet		

3	repositorio.undac.edu.pe	2%
Fuente de Internet		

4	repositorio.usm.cl	1%
Fuente de Internet		

5	tesis.ipn.mx	1%
Fuente de Internet		

6	eduvirtual.cuc.edu.co	1%
Fuente de Internet		

7	idoc.pub	<1%
Fuente de Internet		

8	s1737273ecfb04e4a.jimcontent.com	<1%
Fuente de Internet		


ROBINSON TAPIA ASEÑO
DNI: 16742683
ASESOR



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Richar Nixon Reyes Parrilla
Título del ejercicio: Tesis Mayor
Título de la entrega: PROPUESTA DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAIC...
Nombre del archivo: REYES_PARRILLA_RICHARD_-_TESIS.docx
Tamaño del archivo: 15.17M
Total páginas: 148
Total de palabras: 16,585
Total de caracteres: 97,518
Fecha de entrega: 06-jul.-2023 11:31a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2127308180



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
TESIS
Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO
ELECTRICISTA



"PROPUESTA DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO
PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
INMOBILIARIA CASCAJAL SAC, UBICADO EN PREDIO SANTO
TOMAS DISTRITO JLO. PROVINCIA CHICLAYO DEPARTAMENTO
LAMBAYEQUE"

Presentado Por:
Bach. RICHAR NIXON REYES PARRILLA
Asesor:
Ing. TAPIA ASENJO ROBINSON

LAMBAYEQUE - PERÚ
Mayo del 2021



ROBINSON TAPIA ASENJO
DNI: 16742683
ASESOR