



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Dimensionamiento de sistema de generación distribuida  
fotovoltaica para disminución del consumo facturado en un  
edificio de Juliaca, 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Apaza Monroy, Jose Antonio (orcid.org/0000-0003-4868-1063)

**ASESORA:**

Mg. Sovero Lazo, Nelly Roxana (orcid.org/0000-0001-5688-2258)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Para mis padres y hermano por su apoyo constante e incondicional, que me impulsaron en esta etapa de mi vida para poder esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi padre por su soporte, motivación y comprensión en cada paso en esta etapa de realización de mi informe de tesis, de igual manera a mi madre y hermano que estuvieron al lado mío alentándome a seguir adelante.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipos y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidades de análisis .....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
IV. RESULTADOS .....	15
V. DISCUSIÓN .....	20
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII. RECOMENDACIONES .....	25
REFERENCIAS.....	26
ANEXOS .....	31

## Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de potencia y energía generada por el sistema .....	15
Tabla 2. Resultado de la cantidad de componentes del sistema .....	15
Tabla 3. Resultado de cálculos en excel sobre el consumo facturado .....	16
Tabla 4. Resultado de cálculos en excel sobre el costo final facturado.....	18
Tabla 5. Resultado de cálculos en excel sobre el consumo facturado en porcentaje .....	20
Tabla 6. Resultado de cálculos en excel sobre el costo final facturado en porcentaje .....	21
Tabla 7. Operacionalización de variables .....	Anexo1
Tabla 8. Matriz de consistencia .....	Anexo2
Tabla 9. Consumo facturado del edificio de enero-2019 hasta agosto-2022.. .....	Anexo17
Tabla 10. Costo final facturado del edificio de enero-2019 hasta agosto-2022 .....	Anexo18
Tabla 11. HSP en la ubicación del edificio de enero-2019 hasta agosto-2022 .....	Anexo20
Tabla 12. Costo del sistema de generación distribuida fotovoltaica .....	Anexo21

## Índice de figuras

Figura 1. Medidor de energía solar .....	13
Figura 2. Gráfico de resultados anuales del consumo facturado .....	17
Figura 3. Gráfico de resultados anuales del costo final facturado .....	19
Figura 4. Validación del instrumento .....	Anexo11
Figura 5. Ficha de observación .....	Anexo12
Figura 6. Ficha de registro .....	Anexo13
Figura 7. Confiabilidad con IBM SPSS Statistics 21.....	Anexo14
Figura 8. Carta de autorización .....	Anexo15
Figura 9. Datos recolectados con el medidor de energía solar .....	Anexo16
Figura 10. Ficha técnica del medidor de energía solar.....	Anexo12
Figura 11. Ficha técnica del panel fotovoltaico.....	Anexo13
Figura 12. Ficha técnica de batería (dimensiones).....	Anexo14
Figura 13. Ficha técnica de batería (especificaciones) .....	Anexo14
Figura 14. Ficha técnica de batería (características).....	Anexo14
Figura 15. Ficha técnica del inversor híbrido (introducción) .....	Anexo15
Figura 16. Ficha técnica del inversor híbrido (modos de trabajo).....	Anexo15
Figura 17. Ficha técnica del inversor híbrido (especificaciones) .....	Anexo15
Figura 18. Ficha técnica de smart meter .....	Anexo16
Figura 19. Ficha técnica de smart meter (especificaciones) .....	Anexo16
Figura 20. Datos recolectados de los recibos de luz.....	Anexo17

## Resumen

El presente informe de tesis presenta sostenibilidad energética mediante el objetivo de dimensionar un sistema de generación distribuida fotovoltaica para poder disminuir el consumo facturado y en consecuencia también disminuir el costo final facturado de un edificio en la ciudad de Juliaca.

La metodología utilizada es aplicada para buscar una solución y poder resolver el problema establecido sobre el consumo facturado y el costo final facturado, el diseño tipo no experimental – transversal descriptivo pues se utilizó técnicas e instrumentos donde se describió las variables y correlacional causal porque entre las variables existe una relación de causa – efecto.

Los resultados para a el objetivo general se centraba en el dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica fueron óptimos ya que en los cálculos se halló que el sistema genera energía suficiente para el edificio, para los objetivos específicos se halló que con dicho sistema había una disminución considerable en el consumo facturado y por ende también en el costo final facturado.

En conclusión, utilizar este tipo de sistemas en la ciudad de Juliaca es favorable, sin embargo, teniendo una energía generada que no se llega a consumir y sin un medidor bidireccional es que se considera utilizar un sistema de inyección cero.

**Palabras clave:** Generación distribuida, sistema fotovoltaico, consumo facturado, normatividad.

## **Abstract**

This thesis report presents energy sustainability through the objective of sizing a distributed photovoltaic generation system in order to reduce billed consumption and consequently also reduce the final billed cost of a building in the city of Juliaca.

The methodology used is applied to find a solution and to be able to solve the problem established on the invoiced consumption and the final invoiced cost, the non-experimental type design - descriptive cross-sectional since techniques and instruments were used where the variables and causal correlation were described because between the variables there is a cause-effect relationship.

The results for the general objective focused on the dimensioning of the photovoltaic distributed generation system were optimal since in the calculations it was found that the system generates sufficient energy for the building, for the specific objectives it was found that with said system there was a decrease considerable in billed consumption and therefore also in the final billed cost.

In conclusion, using this type of system in the city of Juliaca is favorable, however, having a generated energy that is not consumed and without a bidirectional meter, it is considered to use a zero injection system.

**Keywords:** Distributed generation, photovoltaic system, billed consumption, regulations.

## I. INTRODUCCIÓN

En América latina no todos los países reportaban con la calidad sanitaria precisa para hacer frente a la enfermedad del coronavirus (Medina Hernández y otros, 2022). Debido a este acontecimiento pandémico global se tuvo que realizar un aislamiento social obligatorio (cuarentena), el cual da inicio el 16 de marzo de 2020 en Perú con la emisión del D.S. N.º 044-2020-PCM el cual declara emergencia nacional por grave circunstancia que afectan la vida de las personas como resultado del brote de enfermedad del coronavirus. El tiempo de aislamiento social y confinamiento fue aumentando, lo cual conllevó a cambiar el método de trabajo, estudio y comunicación, forzándonos a realizar una que otra actividad de forma virtual con el objetivo de prevenir la propagación y la infección con la pandemia en marcha.

A causa de estos cambios gran cantidad de peruanos permanecieron más horas dentro de sus hogares y en consecuencia un aumento del uso de sus electrodomésticos y artefactos tecnológicos, esto significó un aumento de consumo de energía eléctrica, por consiguiente, se vio un mayor consumo facturado entre los años 2019 al 2022 como se ve en el anexo 9 y en consecuencia una elevación del costo final de facturación mensual en los recibos de luz como se ve en el anexo 10. Un cambio también notorio fue la disminución del uso de vehículos y equipos contaminantes lo que provocó la disminución de CO<sub>2</sub>, lo que llevo a la apreciación del entorno ambiental y a la conciencia ambiental. El impacto ambiental positivo del COVID-19 es temporal, y una vez finalizadas las disposiciones de contención en cada país, la bruma de CO<sub>2</sub> volverá a niveles iguales o superiores a los previos a la cuarentena (Parra-Pedraza, 2020).

Actualmente una gran cantidad de personas son más conscientes del medio ambiente y debido al incremento de consumo eléctrico facturado mensualmente en tiempo de cuarentena, es que se encuentran en busca de formas de disminuir dicha facturación buscando otro tipo de fuente de energía apoyado de recursos renovables por ejemplo la energía eólica o solar. Las fuentes de energía renovable se están volviendo más prominentes a medida que muchos países llevan por política el aumento de su matriz energética (OSINERGMIN, 2019). Las

energías renovables (ER) y la eficiencia energética son importantes hoy en día como mecanismo clave para plantear el cambio climático, crear nuevas oportunidades ahorrativas y brindar acceso de energía a muchas personas que viven sin ella (Robles Algarin & Rodríguez Álvarez, 2018). Comenzando así en muchos países el aprovechamiento de los recursos renovables más abundantes dentro de su territorio nacional, en Perú nos encontramos con recursos energéticos renovables (RER) y su tecnología de generación eléctrica. Los principales tipos de energías renovables son: la energía hidráulica en primer lugar, luego la térmica, eólica, solar y también de biomasa (Bordino, 2021).

En Perú la generación distribuida está regulada en la ley 28832 (2006) que es la ley para asegurar la mejora eficiente de la generación eléctrica y en el Decreto Legislativo 1221 (2015) que se enfoca en la mejora de la regulación de la distribución de electricidad para promover el acceso de la energía eléctrica en Perú, enfocándose esta última en los usuarios del servicio público de electricidad. A la fecha existen dos intentos de reglamentar por parte del Ministerio de Energía y Minas, sin embargo, no ha sido aprobado el reglamento de la Generación Distribuida (Ramos, 2020). A pesar de que aún no se tiene un reglamento se presentó un proyecto de ley que modifica el Decreto Legislativo 1221 a favor del usuario público y el Decreto Legislativo 1002 enfocado en la promoción de la inversión para generación de electricidad de energías renovables. Lo cual fue motivo a seguir investigando sobre generación distribuida fotovoltaica y su aplicación técnica, así como su normativa.

El aprovechamiento del recurso solar mediante la tecnología de un tipo de generación eléctrica solar fotovoltaica es una buena opción en lugares donde la radiación solar es alta como las que se da en el sur del Perú. La generación distribuida conectada a la red trae varios beneficios a la demanda de sistemas conectados directamente y al mercado eléctrico en general. A efectos prácticos, estos beneficios se pueden dividir en económicos, técnicos y ambiental-social (Ramos, 2020).

Se planteó como problema general: ¿Cómo puede un dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica calcular la disminución del consumo facturado de un edificio de Juliaca, 2022?, los problemas específicos

fueron: i) ¿Qué beneficio tiene un sistema de generación distribuida fotovoltaica en el edificio?, ii) ¿Cómo ayuda un sistema de generación distribuida fotovoltaica al propietario del edificio?

Esta investigación se justificó teóricamente, ya que la cantidad de información que contiene son de diversas fuentes y servirá para aportar más conocimiento a otros investigadores para sus proyectos basado en generación distribuida. También se justificó económicamente, porque está dando un avance ha actividades comerciales y residenciales que incluso pueden llegar a ser industriales lo que conlleva a la empleabilidad. También se justifica de manera social, porque el uso de un sistema de generación distribuida basado en energía fotovoltaica incentiva a los propietarios de viviendas aledañas a utilizar este tipo de obtención de energía eléctrica. Técnicamente se justificó, esto se debe a que la generación distribuida ahora se está utilizando como una alternativa a las redes eléctricas tradicionales que tienen como beneficio los mismos criterios de frecuencias y niveles de tensión por diferentes usuarios de energía (Campos Salazar & Salinas Centurión, 2021).

La investigación tuvo como objetivo general: Desarrollar un dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para calcular la disminución del consumo facturado en un edificio de Juliaca, 2022. Siendo los objetivos específicos: i) Demostrar que con un sistema de generación distribuida fotovoltaica se puede disminuir el consumo facturado, ii) Determinar que usando un sistema de generación distribuida fotovoltaica se podrá disminuir el costo final facturado. Se planteó como hipótesis general: Estableciendo un dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica se calculará la disminución del consumo facturado de un edificio de Juliaca, 2022, las hipótesis específicas fueron: i) Implementando un sistema de generación distribuida fotovoltaica beneficiará en la disminución del consumo facturado, ii) La utilización de un sistema de generación distribuida fotovoltaica ayudará a la disminución del costo final facturado.

## II. MARCO TEÓRICO

Para (Córdor Lucchini, 2020) en sus tesis “Generación distribuida con energías renovables en Perú”, tuvo como objetivo plantear propuestas para impulsar la generación distribuida, empleando energías renovables con la intención de incrementar la capacidad energética y alcanzar un crecimiento económico llevadero en el Perú. En sus resultados indicó que impulsar un mercado para la energía renovable fuera de la infraestructura habitual, a fin de transformar la matriz energética del Perú para no estar dependiendo de fuentes fósiles y del gas natural; también propuso reglamentar el impuesto al carbono, con el fin de promover la generación distribuida con recursos renovables y no impulsar el uso de combustibles fósiles; igualmente propuso el uso de reglamento en la generación distribuida ya que la pausa normativa no es buena para la mejora económica ni para la sociedad peruana.

Para (Yaurivilca Rojas, 2021) en sus tesis “Microgeneración distribuida fotovoltaica para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca-2021”, el objetivo específico fue mejorar la continuidad eléctrica en situaciones de emergencia en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca. Sus resultados muestran que el sistema de micro generación distribuida asegura la continuidad del suministro eléctrico en el sitio donde se instalan los paneles fotovoltaicos en caso de falla durante el día.

Para (Palacios Esteban y otros, 2019) en su tesis “Aspectos regulatorios a considerar en la implementación de micro generación distribuida residencial fotovoltaica en el mercado eléctrico peruano”, como objetivo apuntaron a la elaboración de una propuesta de lineamiento que regule los aspectos considerados en el mercado eléctrico peruano para promover la micro generación distribuida de energía eléctrica en edificaciones residenciales. En su resultado señalan, por tanto, que para que el desarrollo de la generación distribuida se produzca en el menor tiempo posible, como ha ocurrido en otros países, no se debe demorar la aprobación del reglamento de generación distribuida.

Para (López-Rey Garcia-Rojas, 2016) en su tesis “Influencia del marco regulatorio en la implantación de la generación distribuida”, su objetivo fue

evolucionar hacia un nuevo prototipo de energía de generación distribuida desde tres perspectivas: económica, tecnológica y regulatoria. Para su resultado gracias a la promoción del proyecto Smart City Málaga, ha demostrado que es posible desarrollar estas tecnologías con un modelo diferente de gestión energética local, afirmando que a día de hoy no existen dificultades técnicas ni tecnológicas para la mejora de redes de generación distribuida sino que se debe más a la falta de interés político por parte del gobierno y la principal razón para el desarrollo de la generación distribuida es la conciencia ambiental de los gobiernos o el público y las políticas establecidas en la Unión Europea, también se está buscando incentivos fiscales para reducir las contribuciones fiscales de estas entidades en el ámbito de participación en el desarrollo de generación distribuida.

Para (Arenas Quino y otros, 2017) en su artículo científico “Energía Solar y marginación. Análisis de la percepción social sobre nuevas tecnologías para la articulación de una transición energética en el municipio de Nezahualcóyotl, México”, su objetivo fue evaluar las tendencias sociales de los habitantes locales del municipio en función del grado de exclusión, estudiar la formación de percepciones económicas y ecológicas de la tecnología fotovoltaica y determinar las interacciones locales entre intereses técnicos ambientales. En sus resultados señalo que la evaluación de calidad de los servicios públicos de electricidad muestra el descontento de los encuestados, todas las casas encuestadas tienen energía eléctrica pero no todas están conectadas legalmente a la red y las demás siguen conectadas legalmente sin contrato con la empresa de distribución, más de la mitad de los encuestados cree que los apagones afectan su calidad de vida, sin embargo, más de la mitad no conoce o no ha oído hablar de la energía solar o paneles fotovoltaicos, y cabe señalar que hay viviendas con espacio para instalar un sistema fotovoltaico, pero resulta que las personas no invertirían en el por su desconocimiento.

Para (Mantilla Gonzales y otros, 2014) en su artículo científico “Análisis del esquema de generación distribuida como opción para el sistema eléctrico colombiano.” su objetivo fue analizar la implementación de la generación distribuida como opción para el sistema eléctrico colombiano. Su resultado

describe que los sistemas eléctricos colombianos se han caracterizado por fuertes fluctuaciones en las tasas de desarrollo que han afectado su permanencia y extensión. Actualmente, el sistema eléctrico del país se basa en plantas de energía centralizadas que se abastecen de fuentes de agua e interconectadas por sistemas de transmisión y distribución que no cubren una proporción significativa del territorio del país. A pesar de muchas peculiaridades, los avances en el sistema eléctrico nacional de Colombia coinciden con las etapas de desarrollo de sistemas eléctricos en varios países, donde la generación distribuida pudo encontrar un espacio significativo para participar después de un periodo de integración importante en un sistema eléctrico centralizado.

Las fuentes de energías renovables son aquellas fuentes de energía que se producen continuamente a escala humana e inagotable, a diferencia de los combustibles fósiles, que se tienen una cantidad o reserva fija que se puede utilizar más o menos durante un determinado periodo de tiempo (Schallenberg Rodríguez y otros, 2008).

El sol es la energía que las personas han hecho uso desde la antigüedad para llevar a cabo sus actividades diarias (Villamar Lam, 2022).

La energía solar puede llegar a ser infinita, y para poder beneficiarse de este recurso, la radiación debe convertirse en energía eléctrica, ya que el uso actual de la electricidad es para la vida diaria de la sociedad (De la Torre Artos, 2022).

Un país con mayor radiación solar del mundo es el Perú, por lo que tiene una gran posibilidad de desarrollo en energía (Valdiviezo Salas, 2014).

Los tres componentes de la radiación que receipta la tierra son: la radiación directa que recibe el sol sin entrar en la atmosfera; la radiación difusa, que cambia de dirección debido a la reflexión atmosférica, y la radiación albedo que es la radiación directa y difusa recibida por reflexión desde el suelo u otras superficies cercanas (Chávez Espinoza, 2022).

La irradiancia es la energía promedio que cae sobre la superficie. La unidad de medida es  $W/m^2$  (Lira Oliver & Guevara Mon, 2017).

La irradiación es la energía acumulada en una superficie en un tiempo determinado, su unidad es Wh/m<sup>2</sup> (Sánchez Gonzáles, 2021).

Una de las tecnologías verdes más prometedoras y maduras del mercado es el uso de la luz solar para generar electricidad, especialmente para pequeñas instalaciones (Chica Gallardo & Guamán Argudo, 2017)

La energía fotovoltaica es actualmente un importante sustituto energético. Tiene varias ventajas, tales como: utiliza recursos naturales inagotables, es una fuente de energía limpia, no produce emisiones de gases contaminantes ni otro tipo de residuos, y es un plan de disposiciones ideal. La electricidad en áreas remotas, es la única fuente de energía renovable que se puede instalar, a gran escala en áreas urbanas, existen subsidios gubernamentales y asignaciones de producción para equipos conectados a la red, paneles y estructuras de soporte que pueden eliminar al final de su vida útil y pueden ser reciclados (Escobar Mejia y otros, 2010).

Tipos de sistemas fotovoltaicos, el sol es una fuente constante de energía que se puede utilizar incluso en condiciones meteorológicas adversas. En el caso de los sistemas solares, se pueden dividir en dos tipos: conectados a la red (on-grid), aislados de la red (off-grid) e híbridos (Guerra Guevara, 2021).

Los sistemas conectados a la red eléctrica (on grid) deben estar conectados a la red nacional para operar, la ventaja de estos sistemas es que no requieren baterías para funcionar, lo que los convierte en la alternativa más económica con requisitos mínimos de mantenimiento para todos los sistemas. Estos sistemas solo funcionan cuando la luz del sol llega a los paneles solares con la intensidad suficiente para generar la electricidad necesaria para alimentar el sistema (Fernández García & Cervantes Torres, 2017).

La principal característica de los sistemas aislados a la red (off grid) es la necesidad de un sistema de almacenamiento de energía que tiene como objetivo satisfacer total o parcialmente la demanda de electricidad en ubicaciones fuera de la red o de difícil acceso (Fernández Mendieta & Rivera Flores, 2022)

Como cada uno de los sistemas anteriores tiene ventajas y desventajas, también existen alternativas híbridas a los sistemas solares conectados a la red mediante

la adición de baterías. Las soluciones híbridas están diseñadas para lugares con problemas de red eléctrica, ausencia de red eléctrica o cortes de red frecuentes. Estos sistemas se pueden utilizar en una variedad de situaciones, desde el uso en infraestructura de telecomunicaciones, como la ganadería con un alto consumo de energía continuo hasta aplicaciones industriales y residenciales (Gonzales Zamora, 2020).

Los módulos o paneles fotovoltaicos son los componentes del dispositivo encargados de convertir la radiación solar en electricidad. Consisten en unidades básicas llamadas células fotovoltaicas que se unen para formar módulos o paneles fotovoltaicos. Actualmente, existen diferentes tipos de baterías según el material semiconductor del que están hechas (Rodríguez Fernández, 2022).

Los módulos de silicio monocristalino se caracterizan rápidamente por su color negro y esquinas curvas, sus características principales son: mayor eficiencia debido a la alta pureza de silicio, alto rendimiento que los hace utilizables tanto en campos de baja radiación como de ángulo óptimo, vida útil elevada, alto costo, coeficiente de alta temperatura (Urbano Sánchez, 202).

Módulos policristalinos se fabrican mediante un proceso de fundición en el que el silicio se vierte en un molde, se deja solidificar y luego se corta en rodajas finas. Debido a que las planchas policristalinas se fabrican por fundición, son más baratas de fabricar, pero no tan eficientes como las células monocristalinas. El menor rendimiento se debe a defectos en la estructura cristalina causados por el proceso de fundición (Prado Mora, 2008).

Un controlador de carga es un dispositivo electrónico que controla o regula el voltaje de un sistema de batería. Este elemento evita que la batería se sobrecargue por el panel solar y evita que la batería se descargue en exceso. El controlador de carga monitorea constantemente el voltaje del sistema de la batería, reduce o detiene la corriente de carga cuando está completamente cargada y, a su vez tiende a cortar o abrir el paso de la corriente cuando la batería esta demasiada descargada (Villegas Tapia & Alcivar Tello, 2020)

El seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) es un tipo de control que siempre intenta extraer la máxima potencia del panel. El motivo de hacer este control y extraer la máxima potencia del panel es asegurar la eficiencia y así

compensar el coste del panel solar. La ubicación de punto varía según las condiciones del panel especialmente la irradiancia y la temperatura (Parrado Gutiérrez & Sanguino Peña, 2021).

Un inversor es un componente que convierte la corriente continua de una batería. Sin embargo, la mayoría de los equipos eléctricos que utilizamos son corriente alterna. Para usar los equipos eléctricos es necesario usar un inversor (Style, 2012).

Los inversores híbridos permiten el uso de la red eléctrica, así como también el del sistema fotovoltaico.

Las baterías o celdas solares consisten en celdas electroquímicas. Su función es transformar la energía química almacenada en energía eléctrica. Consta de un electrodo positivo, un electrodo negativo y un electrolito. Todo esto hace que la corriente fluya y cumpla la función para la que fue creada. El proceso se resume de la siguiente manera: Los paneles solares reciben la radiación solar durante el día y la convierten en electricidad que se alimenta al dispositivo, pero el exceso de energía se almacena en baterías para que el dispositivo pueda usarse en los días que no haya sol o no haya electricidad de día o de noche (Cañizales Perdomo y otros, 2022).

Para realizar el dimensionamiento se comienza consiguiendo primero el consumo diario de energía y la hora sol pico para poder saber la potencia que necesita generar el sistema con la siguiente formula:

$$PG_{sist.fv.} = \frac{C.D.}{(\eta_{sist.})x(HSP)} x(F.S.) \quad (1)$$

$PG_{sist.fv.}$  = Potencia generada del sistema fotovoltaico [W]

$C.D.$  = Consumo diario[kWh]

$\eta_{sist.}$  = Eficiencia del sistema[%]

$HSP$  = Hora sol pico[h]

$F.S.$  = Factor de sobre dimensionamiento[%]

Seguidamente de acuerdo al resultado se escoge la cantidad de paneles y con que potencia igualan o superan la potencia del sistema fotovoltaico, de acuerdo

a la potencia y al voltaje del sistema se selecciona el inversor, controlador o inversor híbrido. Para las baterías se utiliza la siguiente fórmula:

$$CB = \frac{C.D.}{(V_{sist.}) \times (P.D.)} \times (D.A.) \quad (2)$$

$CB =$  Banco de baterías[Ah]

$C.D. =$  Consumo diario[kWh]

$V_{sist.} =$  Voltaje del sistema[V]

$P.D. =$  Profundidad de descarga[%]

$D.A. =$  Dias de autonomía

Obtenido el resultado se puede seleccionar la cantidad de baterías de acuerdo a su voltaje y el amper-hora. Y para calcular la energía generada por día del sistema para así poder realizar simulaciones es con la siguiente fórmula:

$$EG_{sist.} = (HSP) \times (PG_{sist.fv.}) \times (\eta_{mod.}) \quad (3)$$

$EG_{sist.} =$  Energía generada por día del sistema[Wh]

$HSP =$  Hora sol pico[h]

$PG_{sist.fv.} =$  Potencia generada del sistema fotovoltaico[W]

$\eta_{mod.} =$  Eficiencia de los módulos fotovoltaicos[%]

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipos y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación fue aplicada, porque se buscó resolver los problemas establecidos sobre el consumo facturado y costo final facturado mediante la aplicación de tecnología junto a los conocimientos teóricos recopilados.

##### **Diseño de investigación**

El diseño utilizado fue de tipo no experimental – transversal descriptivo pues se aplicó técnicas e instrumentos donde se describió la característica de las variables y correlacional causal porque con la variable hay una relación causa – efecto la cual genera que con el dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica (Variable Independiente) tuvo una disminución del consumo facturado (Variable dependiente).

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Como variable independiente se consideró: Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica.

Se operacionalizó dos dimensiones las cuales fueron la irradiancia solar y energía eléctrica generada, sus indicadores para la primera dimensión son la coordenada de ubicación y el área de irradiancia solar. Para la segunda dimensión su indicador fue la energía mínima calculada.

Como variable dependiente: Disminución del consumo facturado y su dimensión fue el periodo de consumo facturado con su indicador que es el recibo de luz.

Se puede visualizar la operacionalización de variables en Anexo 1.

#### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidades de análisis**

Se tomó como población un edificio de la ciudad de Juliaca ya que solo se tiene interés solo en esa propiedad.

Como criterio de inclusión se consideró la irradiación solar que llega a la parte superior del edificio donde se planteó el lugar de instalación de panel fotovoltaico es favorable.

El criterio de exclusión fue el interés que se tiene solo en un área del edificio y también el interés que solo se tiene en dicho edificio.

La muestra coincidió con la población en la cual se tomó un edificio de la ciudad de Juliaca.

El Muestreo fue de tipo no probabilístico usando la técnica de muestreo por conveniencia para examinar la irradiación solar ( $W/m^2$ ) dada en un punto dentro de la ubicación del edificio en la ciudad de Juliaca, así como también el periodo de consumo facturado pasados recolectados de los recibos de luz del edificio.

Las unidades de análisis fueron para la irradiación solar el  $W/m^2$  y el kWh para el consumo facturado.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como técnica más favorable se utilizó la técnica de observación ya que según (Bernal Torres, 2010) cada día cobra mayor credibilidad y su uso tiende a generalizarse, debido a que permite obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistematizado y muy controlado.

También se empleó la técnica de análisis documental porque en este trabajo de investigación el apoyo en la recolección de datos (Fichas, libros, cuestionarios, observaciones, etc.) debidamente ordenada son de mucha utilidad.

Los instrumentos que se emplearon fueron, la ficha de observación como instrumento la cual está elaborada con un cuadro pues concluye (Baena Paz, 2017) que cada investigador puede realizar sus propios cuadros de acuerdo a las necesidades que tenga de manejar datos estadísticos. La única condición es que estos cuadros estén dispuestos de tal manera que sean claros y legibles.

También se utilizó la ficha de registro como instrumento puesto que se tuvo que recolectar una variedad de datos para poder manipular y presentar en el presente informe de tesis.

La validez del instrumento se muestra en Anexo 3 y la confiabilidad en el Anexo 6.

### 3.5. Procedimientos

Primero se recolectó los recibos de luz entregados al propietario por parte de la concesionaria de distribución eléctrica durante el periodo de 4 años que son del 2019, 2020, 2021 y el año 2022 hasta el mes de agosto.

Como segundo paso se empezó a llenar la ficha de registro con los datos de recibo de luz que son el consumo facturado, costo unitario del kWh y el costo final facturado.

También se usó información recolectada de la página web Data Access Viewer – NASA POWER del año 2019 hasta junio de 2022.

Posteriormente se hizo uso de la ficha de observación para anotar la irradiancia solar 11 veces al día en horas puntuales comenzando a las siete de la mañana hasta las cinco de la tarde todo esto durante el periodo de 8 semanas que son el mes de julio y agosto con un medidor de energía solar.

**Figura 1.** Medidor de energía solar



**Nota:** Tomado de <https://armotec.pe/>

Marca: TENMARS

Modelo: TM-207

Unidad de medida:  $W/m^2$

Los datos recolectados se muestran en el Anexo 8 y la ficha técnica del medidor de energía solar se muestran en el Anexo 12.

Una vez obtenido estos datos se comenzó a realizar un cálculo para poder obtener la energía fotovoltaica generada y realizar proyecciones con datos de años anteriores.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Terminada la recolección de datos de los recibos de luz mediante fichas de datos y medición de irradiación solar. De acuerdo a (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres) el análisis cuantitativo de los datos se realiza mediante un programa informático en una matriz que contiene los datos. Para lo que mediante el software de Microsoft Excel se realizó las operaciones necesarias para analizar y procesar los datos para que de esa forma se pueda obtener tablas y gráficos con los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

En la investigación científica se debe tener principio y valores para evitar el desvío de teorías e ideas en los diversos autores en los que se basa (Reyes, 2018).

Este informe de tesis respetó cada autoría citándolos sin apropiarse de sus ideas los cuales se encuentran en las referencias para el beneficio del presente proyecto y evitar el daño en el ejercicio profesional.

#### IV. RESULTADOS

Para el objetivo general que fue el dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica se obtuvo los resultados de la Tabla 1 según se muestra en Anexo 11 los cálculos del dimensionamiento y selección de equipos.

**Tabla 1.** Resultados de potencia y energía generada por el sistema

Nombre	Cantidad	Unidad
Potencia generada SGDF	1 132.40	W
Energía generada por día	4.18	kWh

**Nota:** Elaboración propia, SGDF (Sistema de Generación Distribuida Fotovoltaica).

En la tabla 2 se puede observar los componentes y cantidades que se requieren para el sistema de generación distribuida fotovoltaico dimensionado, las fichas técnicas de los componentes se pueden apreciar en Anexo 13 a Anexo 16.

**Tabla 2.** Resultado de la cantidad de componentes del sistema

Componente	Cantidad
Panel fotovoltaico	3
Inversor híbrido	1
Batería	2
Smart meter	1

**Nota:** Elaboración propia.

i) Para el primer objetivo específico que consistió en la disminución del consumo facturado del edificio, se muestra en la Tabla 3 la energía generada con el sistema de generación distribuida fotovoltaico con la HSP mínima conseguida de NASA POWER de enero 2019 a junio de 2022 como también la conseguida de los meses de julio y agosto de 2022, también se aprecia el resultado de la diferencia del consumo facturado de meses pasados del edificio que se muestra en el Anexo 9 con la energía generada del sistema de generación distribuida fotovoltaico.

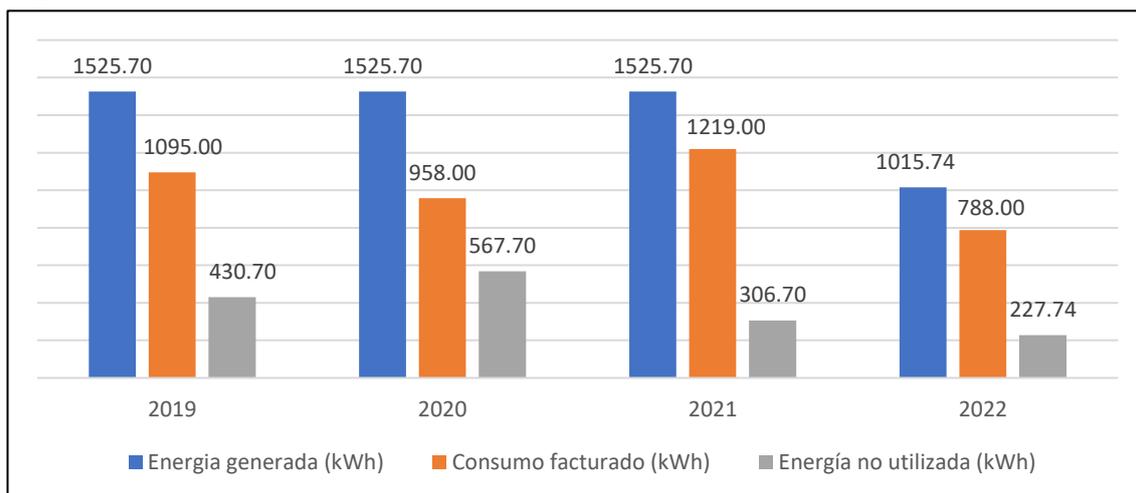
**Tabla 3. Resultado de cálculos en excel sobre el consumo facturado**

Mes	2019		2020		2021		2022	
	Energía generada con SGDF (kWh)	Diferencia con el C.F. (kWh)	Energía generada con SGDF (kWh)	Diferencia con el C.F. (kWh)	Energía generada con SGDF (kWh)	Diferencia con el C.F. (kWh)	Energía generada con SGDF (kWh)	Diferencia con el C.F. (kWh)
<b>Enero</b>	129,58	-42,58	129,58	-37,58	129,58	-31,58	129,58	-34,58
<b>Febrero</b>	117,04	-8,04	117,04	-4,04	117,04	-37,04	117,04	-35,04
<b>Marzo</b>	129,58	-29,58	129,58	-39,58	129,58	-41,58	129,58	-45,58
<b>Abril</b>	125,40	-15,40	125,40	-77,40	125,40	-36,40	125,40	-20,40
<b>Mayo</b>	129,58	-36,58	129,58	-95,58	129,58	-27,58	129,58	-43,58
<b>Junio</b>	125,40	-27,40	125,40	-68,40	125,40	20,60	125,40	1,60
<b>Julio</b>	129,58	-38,58	129,58	-45,58	129,58	-32,58	129,58	-22,58
<b>Agosto</b>	129,58	-56,58	129,58	-37,58	129,58	-20,58	129,58	-27,58
<b>Setiembre</b>	125,40	-40,40	125,40	-64,40	125,40	-17,40		
<b>Octubre</b>	129,58	-53,58	129,58	-56,58	129,58	-25,58		
<b>Noviembre</b>	125,40	-24,40	125,40	-16,40	125,40	-29,40		
<b>Diciembre</b>	129,58	-57,58	129,58	-24,58	129,58	-27,58		
<b>TOTAL</b>	<b>1 525,70</b>	<b>-430,70</b>	<b>1 525,70</b>	<b>-567,70</b>	<b>1 525,70</b>	<b>-306,70</b>	<b>1 015,74</b>	<b>-227,74</b>

**Nota:** Elaboración propia, SGDF (Sistema de Generación Distribuida Fotovoltaica), C.F. (Consumo Facturado), el resultado en negativo significa que es energía que no se hubiera utilizado.

En la Figura 2 se puede apreciar un gráfico de barras en la cual la primera barra de color azul muestra la energía generada (kWh) por el sistema fotovoltaico, la siguiente barra de color naranja muestra el consumo facturado (kWh) o energía consumida del edificio y la última barra de color plomo muestra la diferencia de la energía generada y la energía consumida facturada el cual da como resultado energía no utilizada.

**Figura 2.** Gráfico de resultados anuales del consumo facturado



**Nota:** Elaboración propia.

ii) Para el segundo objetivo específico que se propuso fue la disminución del costo final facturado con el uso de un sistema de generación distribuida fotovoltaica, se muestra en la Tabla 4 el costo final facturado con el sistema de generación distribuida fotovoltaica en soles así como también la diferencia del costo final facturado durante el año 2019 al 2022 del edificio que se muestra en el Anexo 10 y el costo final facturado con el sistema de generación distribuida fotovoltaica que da como resultado el costo final facturado ahorrado en soles.

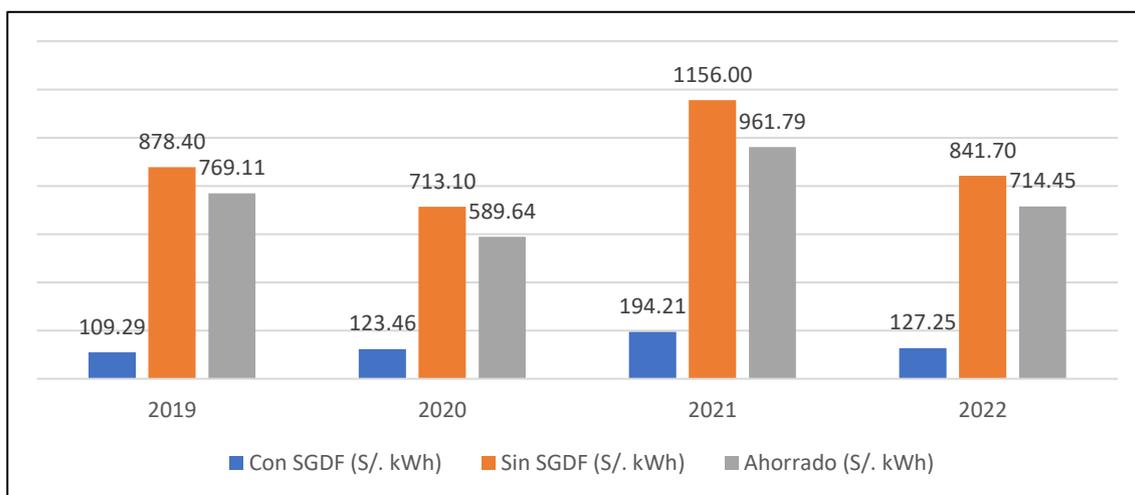
**Tabla 4.** Resultado de cálculos en excel sobre el costo final facturado

Mes	2019		2020		2021		2022	
	Costo final facturado con SGDF	Costo final facturado ahorrado	Costo final facturado con SGDF	Costo final facturado ahorrado	Costo final facturado con SGDF	Costo final facturado ahorrado	Costo final facturado con SGDF	Costo final facturado ahorrado
	(S/. kWh)							
<b>Enero</b>	8,01	57,29	10,43	63,67	11,91	70,99	13,29	78,01
<b>Febrero</b>	11,45	82,55	14,09	87,81	11,76	56,84	13,10	66,80
<b>Marzo</b>	7,74	68,06	11,80	59,10	13,10	62,00	13,23	69,07
<b>Abril</b>	11,13	83,77	9,55	30,35	14,16	62,44	17,82	100,28
<b>Mayo</b>	7,68	63,52	11,43	59,57	16,20	83,40	13,42	72,28
<b>Junio</b>	8,45	67,45	11,54	36,86	30,98	104,62	19,74	122,16
<b>Julio</b>	7,95	62,45	0,00	0,00	16,52	67,38	18,44	105,16
<b>Agosto</b>	7,86	48,64	0,00	0,00	16,59	92,71	18,21	100,69
<b>Setiembre</b>	8,39	57,11	11,14	27,66	16,74	94,26		
<b>Octubre</b>	8,07	51,33	11,55	50,45	16,74	94,26		
<b>Noviembre</b>	12,78	78,22	16,07	88,33	12,73	78,37		
<b>Diciembre</b>	9,78	48,72	15,86	85,84	16,78	94,52		
<b>TOTAL</b>	<b>109,29</b>	<b>769,11</b>	<b>123,46</b>	<b>589,64</b>	<b>194,21</b>	<b>961,79</b>	<b>127,25</b>	<b>714,45</b>

**Nota:** Elaboración propia, SGDF (Sistema de Generación Distribuida Fotovoltaica)

En la Figura 3 se puede apreciar un gráfico de barras en la cual la primera barra de color azul muestra el costo final facturado (S/. kWh) utilizando el sistema de generación distribuida fotovoltaica, la siguiente barra de color naranja muestra el costo final facturado (S/. kWh) del edificio sin el sistema de generación distribuida fotovoltaica y la última barra de color plomo muestra la diferencia del costo final facturado sin el sistema de generación distribuida fotovoltaico y el costo final facturado con el sistema de generación distribuida fotovoltaica dando como resultado el costo final facturado ahorrado (S/. kWh).

**Figura 3.** Gráfico de resultados anuales del costo final facturado



**Nota:** Elaboración propia, SGDF (Sistema de generación distribuida fotovoltaica).

## V. DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo general que es el dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica, se calculó que tendría una generación de energía por día de 4,18 kWh, el cual debió ser para la disminución del consumo facturado y también poder reducir el costo final facturado, pero se halló que la energía generada puede abastecer toda la energía que se consume en el edificio llegando al punto de ser muy factible la opción de utilizar un sistema autónomo pero debido al clima de la ciudad de Juliaca y que hubo meses en los que no abasteció por completo pero sí tuvo una disminución considerable es que se continuo con la opción escogida desde un principio que fue de un sistema conectado a la red con baterías.

Para el primer objetivo específico que consistía en la disminución del consumo facturado del edificio, el cual mediante el calculó en Excel se mostró que llega a disminuir considerablemente. En la Tabla 5 se muestra en las dos primeras columnas el año y su consumo facturado (kWh), en la tercera columna se aprecia la energía generada que supera el consumo facturado, dando a entender que abastece el consumo facturado del edificio y en la cuarta columna se muestra la energía generada no utilizada, el cual al no ser posible poder inyectar energía a la red eléctrica se le dio la solución de utilizar un smart meter o conocido también como inyección cero.

**Tabla 5.** Resultado de cálculos en excel sobre el consumo facturado en porcentaje

<b>Año</b>	<b>Consumo facturado (kWh)</b>	<b>Energía Generada (kWh)</b>	<b>Excedente de energía generada (kWh)</b>
<b>2019</b>	1 095,00 (100,00%)	1 525,70 (139,33%)	430,70 (39,33%)
<b>2020</b>	958,00 (100,00%)	1 525,70 (159,26%)	567,70 (59,26%)
<b>2021</b>	1 219,00 (100,00%)	1 525,70 (125,16%)	306,70 (25,16%)
<b>2022</b>	788,00 (100,00%)	1 015,74 (128,90%)	227,74 (28,90%)

**Nota:** Elaboración propia.

Para el segundo objetivo específico que consistía en la disminución del costo final facturado que viene de la consecuencia de la disminución del consumo facturado es que se da también una disminución considerable siendo beneficioso. En la Tabla 6 se aprecia en las primeras columnas el año y el costo final facturado (S/. kWh) del edificio, en la tercera columna se muestra el costo final facturado proyectando

como hubiera sido con un sistema de generación distribuida fotovoltaica y la cuarta columna muestra el costo final facturado que se hubiera ahorrado utilizando dicho sistema.

**Tabla 6.** Resultado de cálculos en excel sobre el costo final facturado en porcentaje

<b>Año</b>	<b>Costo final facturado (S/. kWh)</b>	<b>Costo final facturado con SGDF (S/. kWh)</b>	<b>Costo final facturado ahorrado (S/. kWh)</b>
<b>2019</b>	878,40 (100,00%)	109,29 (12,44%)	769,11 (87,56%)
<b>2020</b>	713,10 (100,00%)	123,46 (17,31%)	589,64 (82,69%)
<b>2021</b>	1 156,00 (100,00%)	194,21 (16,80%)	961,79 (83,20%)
<b>2022</b>	841,70 (100,00%)	127,25 (15,12%)	714,45 (84,88%)

**Nota:** Elaboración propia.

(Alvarado Vilcas & Valdiviezo Calderon, 2021) concluyeron en su tesis que los sistemas fotovoltaicos autónomos son lo que muestran mayor aceptación en la sociedad o en el centro de diversas aplicaciones de investigación, considerando que su desarrollo se basa principalmente en reducir el costo de corriente eléctrica, este sistema es el más mencionado por tener una mayor aceptación y son los sistemas de energía solar conectados a la red que como han señalado varios autores, tienen un diseño mucho más complejo y no incluyen una fuente de almacenamiento.

Para este informe de tesis si bien un sistema autónomo parece ser una buena opción como mencionan, se optó por el uso de una combinación de ambos utilizando un sistema conectado a la red con el uso de baterías, ya que tomando en cuenta el clima de la ciudad de Juliaca viene ser una mejor opción.

(Torres Yucra & Condori Ramos, 2019) en su tesis sobre un sistema fotovoltaico con una capacidad de 3kW con inyección a la red en el pabellón administrativo, donde los parámetros de radiación promedio son 986,25 W/m<sup>2</sup>, la temperatura del módulo promedio 28 grados centígrados, la temperatura ambiente 23 grados centígrados y las condiciones extremas de la ciudad de Juliaca tienen un impacto positivo directo en la eficiencia general del sistema, que es del 88% y la eficiencia promedio del sistema del 15 – 16 % con un promedio de 430,25 kWh de energía inyectada a la red eléctrica del pabellón administrativo.

Si bien demuestran que Juliaca es una ciudad favorable para sistemas fotovoltaicos como también mencioné, de igual manera demuestran que la energía que generan es favorable para poder inyectar a su red eléctrica del pabellón, sin embargo, no toman en cuenta que su sistema fotovoltaico puede llegar a generar energía que no será utilizada y el inyectar energía a la red eléctrica sin contar con un sistema con medidor bidireccional y con conocimiento del concesionario de distribución puede llegar a ser perjudicial, en este informe de tesis al tener energía generada no utilizada se consideró una buena opción utilizar un sistema inyección cero.

Para (Gamarra Tupac Yupanqui y otros, 2021) que plantearon en generar energía mediante un sistema fotovoltaico para luminarias interiores y exteriores de un edificio en Cusco, ya que en dicha ciudad se presenta un alto índice de energía solar, dimensionando el sistema con un total de 15 paneles fotovoltaicos que se encuentran 3 en serie y 5 en paralelo siendo cada panel (1 956 mm x 992 mm x 40 mm) de 330 W, instalados en serie y paralelo, el consumo diario que indican es de 16 680 Wh y determinaron que su sistema tiene una potencia de 4,294 kW.

Según muestran en sus figuras de ubicación se da a entender que ocuparon todo el espacio de la parte superior del edificio, sin embargo, para el presente informe de tesis que se optó por la disminución del consumo facturado, solo se utilizó un espacio de la parte superior del edificio para realizar el dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica, pero en los cálculos se pudo obtener que no solo lo disminuiría, sino que en gran parte abastecería el consumo facturado.

(Gamarra Tupac Yupanqui y otros, 2021) calcularon la viabilidad económica considerando como datos el costo total del sistema que es S/ 37 825,88, el precio unitario del kWh que tomaron de la distribuida eléctrica de su zona que es S/ 0,66, su energía consumida diaria es de 16,68 kWh y con esos datos calcularon la amortización del sistema que da un retorno de inversión en 9,5 años. Consideran que un tiempo promedio de vida útil del sistema es de 20 a 25 años siendo así el sistema viable económicamente.

Para este informe de tesis teniendo un costo de sistema de S/ 12 065,49, siendo el precio unitario un monto que varía mensualmente se tomara el promedio de los primero 30 kWh que muestran en Anexo 17 considerando que el sistema es

implementado teniendo un precio unitario de S/ 0,4976 kWh, el consumo diario usado de 3.90 kWh, teniendo así un costo mensual de S/ 60,16 y obteniendo una amortización para el sistema con un retorno de inversión de 16,7 años. Sin embargo, considerando que es un edificio de oficinas, se dispondrá poner a disposición el alquiler de la oficina más rentable que tiene el monto de S/ 500, teniendo así un retorno de inversión en 25 meses (2,1 años) siendo así viable económicamente.

## VI. CONCLUSIONES

1. El presente informe de tesis se dimensionó un sistema de generación distribuida fotovoltaica en una zona urbana para disminuir la demanda energética que tiene un edificio.
2. En la ciudad de Juliaca para la mayoría de los meses se presenta un índice de energía solar favorable para el desarrollo de proyectos de energías renovables fotovoltaicas, para este informe de tesis se realizó los cálculos ante las condiciones más desfavorables.
3. Al haber dimensionado el sistema fotovoltaico se halló que el sistema disminuiría en gran parte el consumo facturado.
4. También se pudo hallar que el sistema no solo disminuiría el consumo facturado, sino que abastecería en gran parte el consumo de energía del edificio.
5. En cuanto al costo final facturado es considerable la disminución y se pudo hallar que, si hay un costo final facturado que viene a ser el 100%, hay un ahorro mayor al 80% de dicho costo final facturado.
6. Al realizar el dimensionamiento se pudo obtener un costo de S/12 065.49 que tiene un retorno de inversión de 16,7 años, sin embargo, este tiempo puede disminuir ya que la energía consumida diaria no es fija y puede aumentar.

## VII. RECOMENDACIONES

- Es recomendable incentivar este tipo de instalaciones en edificios y viviendas para aprovechar la energía solar que por medio de sistemas fotovoltaicos se transforme energía solar en energía eléctrica.
- Para todo aquel que desee contar con este tipo de sistemas debe informarse más sobre los Smart meter o inyección cero ya que actualmente en el Perú no se tiene aprobado un reglamento de generación distribuida con el cual se pueda trabajar.
- Recomiendo la utilización de este tipo de sistemas a pesar de que la inversión inicial tiene un alto costo, a un plazo futuro es una opción que favorecerá en el factor económico y ambiental.
- Para tener un buen funcionamiento y que los resultados sean óptimos, es recomendable diseñar un plan de mantenimiento que conste de la limpieza de los paneles fotovoltaicos y los demás equipos del sistema, así mismo también una revisión de las conexiones.

## REFERENCIAS

1. Alvarado Vilcas, S. M., & Valdiviezo Calderon, A. Y. (2021). *Evaluación de la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en zonas rurales del Perú: Revisión Sistemática*. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93616>
2. Arenas Quino, Á. R., Matsumoto Kuwabara, Y., & Kleiche-Dray, M. (2017). Energía solar y marginación. Análisis de la percepción social sobre nuevas tecnologías para la articulación de una transición energética en el municipio de Nezahualcóyotl, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(3), 449-461. <https://doi.org/https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.03.08>
3. Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. PATRIA.
4. Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. PEARSON EDUCACION.
5. Bordino, J. (2 de Septiembre de 2021). *Ecología verde*. Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/recursos-naturales-del-peru-3553.html>
6. Campos Salazar, J. G., & Salinas Centurión, R. (2021). *Propuesta de utilización de energía fotovoltaica para funcionamiento de equipos de iluminación y publicidad, Hotel Victoria - Chiclayo*. Universidad César Vallejo.
7. Cañizales Perdomo, B. C., Ponce Guerrero, J. L., & Ramírez Parra, P. J. (2022). Comparación de la capacidad de almacenamiento de energía eléctrica en los paneles solares para estaciones meteorológicas en diferentes zonas del Ecuador. *Prosciences*, 6(45), 109-118. <https://doi.org/https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp109-118>
8. Chávez Espinoza, J. A. (2022). *Análisis de generación distribuida a través del diseño de un sistema fotovoltaico conectado al AMT CHS031-Hidrandina U.N Chimbote*. Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3898>

9. Chica Gallardo, A. P., & Guamán Argudo, J. A. (2017). *Modelo de estado estacionario de la microrred del laboratorio de balzay de la Universidad de Cuenca*. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28606>
10. Córdor Lucchini, H. (2020). *Generación distribuida con energías renovables en Perú*. Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/4782>
11. De la Torre Artos, I. P. (2022). *Diseño de un sistema de generación distribuida fotovoltaica para el bloque "D" del campus de la Universidad Politécnica Salesiana*. Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23321>
12. Electro Puno S.A.C. (2022). *ElectroPuno S.A.C.* <https://www.electropuno.com.pe/web3/index.php/servicios/tarifas-electricas>
13. Escobar Mejia, A., Holguín Londoño, M., & Osorio R., J. C. (2010). Design and implementation of a Solar Tracking Prototype for optimize a PV system. *Sientia Et Technica*, XVI(44), 245-250. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316046>
14. Fernández García, L. G., & Cervantes Torres, A. (2017). *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira*. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. <http://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1004/1927>
15. Fernández Mendieta, N. C., & Rivera Flores, J. P. (2022). *Estudio de factibilidad técnica y económica de suministro eléctrico a través de energía fotovoltaica para el fundo Pablo Blanco del sector agrícola de la región de Atacama*. Universidad de Atacama. <https://hdl.handle.net/20.500.12740/16338>
16. Gamarra Tupac Yupanqui, A. A., Godiño Vilchez, F. E., Huaihua Rojas, E. D., Huaman Izquierdo, D. I., & Villavicencio Vilcapoma, J. E. (2021). *Incorporación de paneles fotovoltaicos al circuito de instalaciones eléctricas*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21569>

17. Gonzales Zamora, V. (2020). *Diferencias entre el sistema on grid y sistema off grid para la generación de energía*. CITE energía. [https://issuu.com/citeenergia/docs/ing.\\_victor\\_gonzales\\_zamora\\_compressed\\_\\_2\\_/1](https://issuu.com/citeenergia/docs/ing._victor_gonzales_zamora_compressed__2_/1)
18. Guerra Guevara, R. F. (2021). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico autónomo para la embarcación de descarga de anchoveta Chata DC-3*. Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/5362>
19. Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (s.f.). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
20. Lira Oliver, A., & Guevara Mon, A. B. (2017). *Practica 15 Irradiancia y Radiancia*. Laboratorio de Edificación Sostenible - UNAM. [http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/07/180515\\_Practica15\\_LES.pdf](http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/07/180515_Practica15_LES.pdf)
21. López-Rey Garcia-Rojas, Á. (2016). *Influencia del marco regulatorio en la implantación de la generación distribuida*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Alopez>
22. Mantilla Gonzales, J. M., Duque Daza, C. A., & Galeano Urueña, C. H. (2014). Distributed generation scheme analysis as an option for colombian electrical system. *Revista Facultad de Ingeniería*(44), 97-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.redin.18507>
23. Medina Hernández, E. J., Muñoz Olite, J. L., & Barco Llerena, E. (2022). Análisis multidimensional de la evolución de la pandemia de la COVID-19 en países de las Américas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56089>
24. Orbegoso, C., & Arivilca, R. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica*.
25. OSINERGMIN. (2019). Energías renovables. En OSINERGMIN, *Energías renovables* (pág. 21). Gráfica Biblos S.A.
26. Palacios Esteban, D. Y., Rojas Ramírez, R., & Ramírez Soto, E. (2019). *Aspectos regulatorios a considerar en la implementación de micro*

- generación distribuida residencial fotovoltaica en el mercado eléctrico peruano.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/631313>
27. Parrado Gutiérrez, J. S., & Sanguino Peña, J. H. (2021). *Regulador de carga para baterías en una instalación fotovoltaica.* Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/59746>
  28. Parra-Pedraza, M. (2020). COVID-19 ¿Un alivio temporal para el ambiente? *CienciAmérica*, 9(2), 299-311. <https://doi.org/https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.318>
  29. Prado Mora, C. R. (2008). *Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada.* Universidad de Costa Rica.
  30. Ramos, E. (2020). La generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de la electricidad y pautas para su reglamentación. *Forseti revista de derecho*, 8(11), 07-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.21678/forseti.v8i11.1255>
  31. Reyes, H. (2018). Ethical problems in scientific publications. *Revista médica de Chile*, 146(3), 373-378. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000300373>
  32. Robles Algarin, C., & Rodríguez Álvarez, O. (2018). An overview of the renewable energy in the World, Latin America and Colombia. *Revista Espacios*, 39(34), 10. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/18393410.html>
  33. Rodríguez Fernández, A. (2022). *Diseño de un plan de implantación progresiva de instalaciones fotovoltaicas en las cubiertas del Campus de Vera de la Universitat Politècnica de València.* Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/187457>
  34. Sánchez Gonzáles, J. A. (2021). *Dimensionamiento e instalación de un sistema fotovoltaico interconectado para el suministro de energía eléctrica para el bombeo de agua en una vivienda doméstica afectada por la contingencia sanitaria.* Univesidad Abierta y a Distancia de México.

35. Schallenberg Rodríguez, J. C., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., Unamuzanga Falcón, P., García Déniz, R., Díaz Torres, M., . . . Subiela Ortin, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1459>
36. Style, O. (2012). *Energía solar autónoma*. Appropriate Technology.
37. Torres Yucra, J., & Condori Ramos, J. (2019). *Análisis y evaluación del sistema fotovoltaico con inyección a la red de 3kW en el pabellón administrativo de la UNAJ*. Universidad Nacional de Juliaca. <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/45>
38. Urbano Sánchez, Á. (202). *Diseño de un sistema de generación de energía aislado para entornos rurales de regadío en África*. Universitat Politècnica de Catalunya.
39. Valdiviezo Salas, P. D. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5447>
40. Villamar Lam, J. A. (2022). *Diseño de un sistema fotovoltaico como fuente distribuida en el campus de la UCSG*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18043>
41. Villegas Tapia, E. S., & Alcivar Tello, L. E. (2020). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la escuela de educación básica Simón Bolívar en la comunidad Masa 2, Golfo de Guayaquil*. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19525>
42. Yaurivilca Rojas, J. P. (2021). *Microgeneración distribuida fotovoltaica para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca-2021*. Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10520>

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**

*Tabla 7. Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>Variable independiente:</b> Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica</p>	<p>El dimensionamiento del sistema de generación distribuida fotovoltaica consiste en determinar su capacidad para satisfacer la demanda de energía del usuario (Orbegoso &amp; Arivilca, 2010).</p>	<p>La función básica es convertir la irradiancia en energía eléctrica (Orbegoso &amp; Arivilca, 2010).</p>	<p>Irradiancia solar</p>	<p>Coordenada de ubicación</p> <hr/> <p>Área de irradiancia solar (W/m<sup>2</sup>)</p>	<p>Intervalo</p>
<p><b>Variable dependiente:</b> Disminución del consumo facturado</p>	<p>El consumo facturado se da durante un periodo el cual es mensual y no podrá ser inferior a 28 días, ni exceder los 33 días calendario (Electro Puno S.A.C, 2022)</p>	<p>La diferencia de la lectura del mes actual y la lectura del mes anterior dado en kWh es el periodo de consumo facturado.</p>	<p>Periodo de consumo facturado</p>	<p>Recibo de luz</p>	<p>Intervalo</p>
<p><b>Nota:</b> Elaboración propia</p>					

ANEXO 2

Tabla 8. Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Población y muestra	Tipo de investigación
Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para disminución del consumo facturado en un edificio de Juliaca, 2022	<p><b>P.G.:</b> ¿Cómo puede un dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica calcular la disminución del consumo facturado de un edificio de Juliaca, 2022?</p> <p><b>P.E.1:</b> ¿Qué beneficio tiene un sistema de generación distribuida fotovoltaica en el edificio?</p> <p><b>P.E.2:</b> ¿Cómo ayuda un sistema de generación distribuida fotovoltaica al propietario del edificio?</p>	<p>Desarrollar un dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para calcular la disminución del consumo facturado de un edificio de Juliaca, 2022</p>	<p><b>O.E.1:</b> Demostrar que con un sistema de generación distribuida fotovoltaica se puede disminuir el consumo facturado</p>	<p><b>H.G:</b> Estableciendo un dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica calculará la disminución del consumo facturado de un edificio de Juliaca, 2022</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Disminución del consumo facturado</p>	<p>Irradiancia solar</p> <p>Periodo de consumo facturado</p>	<p>Coordenada de ubicación</p>	<p><b>Población:</b> Un edificio de la ciudad de Juliaca</p> <p><b>Muestra:</b> Un edificio de la ciudad de Juliaca</p>	<p>Aplicada</p>
			<p><b>O.E.2:</b> Determinar que usando un sistema de generación distribuida fotovoltaica se podrá disminuir el costo final de facturación</p>	<p><b>H.E.1:</b> Implementando un sistema de generación distribuida fotovoltaica beneficiará en la disminución del consumo facturado</p> <p><b>H.E.2:</b> La utilización de un sistema de generación distribuida fotovoltaica ayudará a la disminución del costo final de facturación</p>			<p>Área de irradiancia solar (W/m<sup>2</sup>)</p> <p>Recibo de luz</p>		

Nota: Elaboración propia.

## ANEXO 3

**Figura 4. Validación del instrumento**

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

**I. ASPECTOS INFORMATIVOS.**

TÍTULO: Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para disminución del consumo facturado en un edificio de Juliaca, 2022

EXPERTO: Gustavo Justo Jove Choque

ESPECIALIDAD DE EXPERTO: Ing. Mecánico Electricista

GRADO: titulado DNI: 02376613 FECHA: 01-10-22

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN.**

	1	2	3	4	5
	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno

N°	CRITERIOS					
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible					X
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables					X
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada					X
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad					X
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos basados de acuerdo a objetivos					X
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basado en modelos teóricos					X
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables e indicadores					X
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación					X
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente					X

**III. OPCIÓN DE APLICACIÓN.**

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.



Gustavo Justo Jove Choque  
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
CIP 81874

FIRMA EXPERTO

**Nota:** Elaboración propia, firmado por el experto.

## ANEXO 4

Figura 5. Ficha de observación

"Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica  
para disminución del consumo facturado en un edificio de Juliaca, 2022"

Programa de Titulación de la Universidad César Vallejo

FICHA DE OBSERVACIÓN

Fecha:

Hora	W/m <sup>2</sup>	Hora	W/m <sup>2</sup>
07:00		13:00	
08:00		14:00	
09:00		15:00	
10:00		16:00	
11:00		17:00	
12:00			

Fecha:

Hora	W/m <sup>2</sup>	Hora	W/m <sup>2</sup>
07:00		13:00	
08:00		14:00	
09:00		15:00	
10:00		16:00	
11:00		17:00	
12:00			

  
FIRMA EXPERTO

**Nota:** Elaboración propia, firmado por el experto.

**ANEXO 5**

**Figura 6. Ficha de registro**

“Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para  
 disminución del consumo facturado en un edificio de Juliaca, 2022”

Programa de Titulación de la Universidad César Vallejo

**Ficha de Registro**

MES	CONSUMO FACTURADO (kW.h)	ley 27510 fose (kW.h)		Precio unitario (kW.h)	Costo consumo facturado	Detalles de facturación	Costo facturado
		Restante	Primeros				
ENERO		Restante					
		Primeros					
FEBRERO		Restante					
		Primeros					
MARZO		Restante					
		Primeros					
ABRIL		Restante					
		Primeros					
MAYO		Restante					
		Primeros					
JUNIO		Restante					
		Primeros					
JULIO		Restante					
		Primeros					
AGOSTO		Restante					
		Primeros					
SEPTIEMBRE		Restante					
		Primeros					
OCTUBRE		Restante					
		Primeros					
NOVIEMBRE		Restante					
		Primeros					
DICIEMBRE		Restante					
		Primeros					

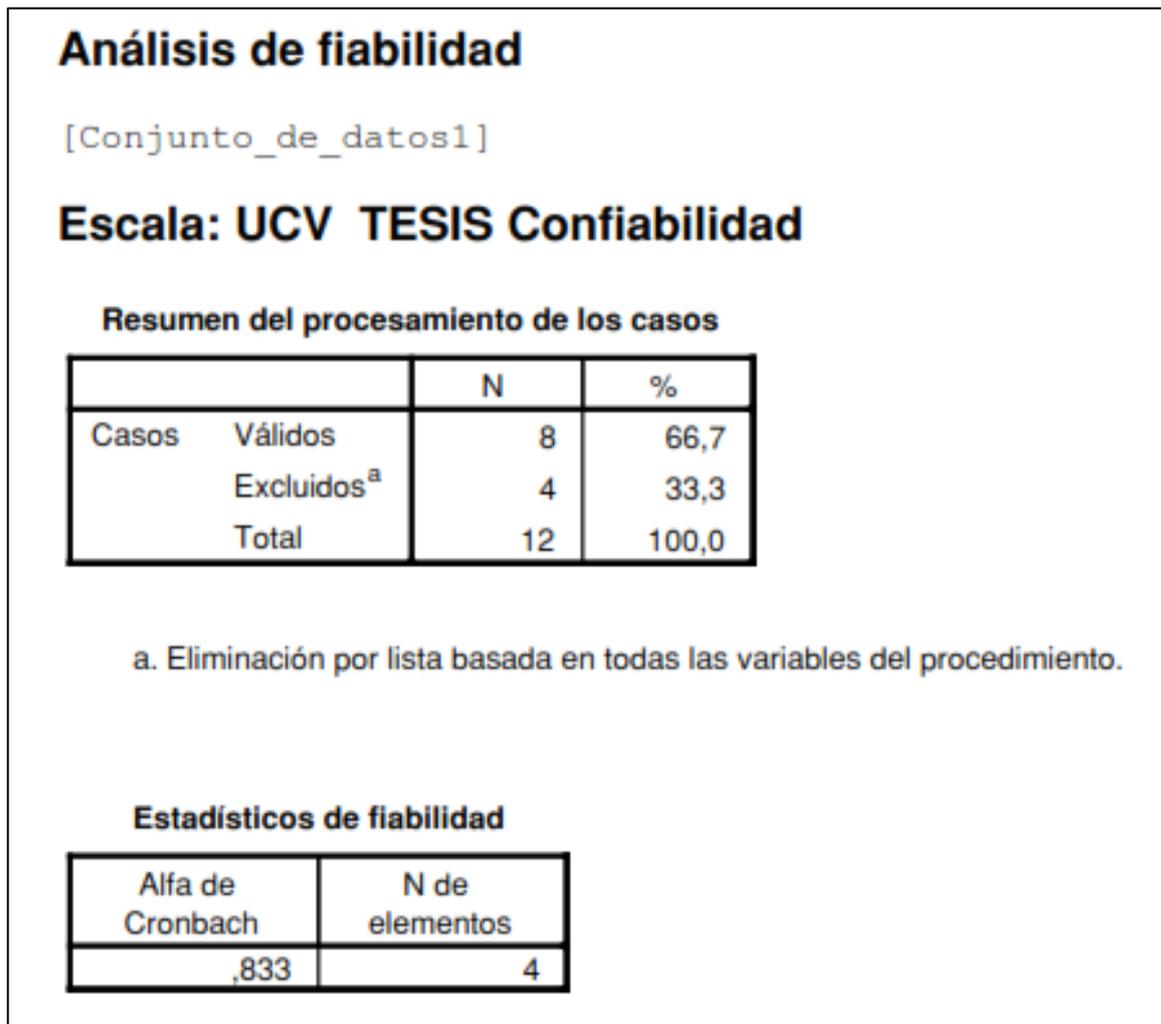


FIRMA EXPERTO

**Nota:** Elaboración propia, firmado por el experto.

## ANEXO 6

Figura 7. Confiabilidad con IBM SPSS Statistics 21



**Nota:** Como resultado del coeficiente alfa de Cronbach con el programa IBM SPSS el resultado que dio fue de 0.833 y de acuerdo al programa de titulación de la Universidad César Vallejo viene siendo un criterio de “Fuerte confiabilidad”.

## ANEXO 7

**Figura 8. Carta de autorización**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Juliaca 26 de julio de 2022

**Señor:** José Antonio Apaza Monroy

**Presente.-**

**Asunto:** Autorización para realizar investigación

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., en mi condición de propietaria del inmueble ubicado en el [REDACTED] de Juliaca, a fin de que pueda realizar la recolección de datos relacionados con el proyecto de investigación titulado "Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para disminución del consumo facturado en un edificio de oficinas en la ciudad de Juliaca, 2022".

Asimismo, se le brindara las facilidades del caso para la realización exitosa del referido proyecto.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para reiterarle los sentimientos de estima personal.

Atentamente,

  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
Propietaria.

**Nota:** Firmado por la propietaria del edificio.

## ANEXO 8

Figura 9. Datos recolectados con el medidor de energía solar

JULIO	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	IRRADIANCIA W/M2	IRRADIACION WH/M2	
	1	163	466	653	775	985	1051	981	758	657	484	163	7136	
2	183	534	671	761	963	1051	931	769	688	528	172	7251	7.25	
3	176	467	665	754	997	1058	989	756	669	485	169	7185	7.19	
4	191	481	667	759	964	1061	965	772	681	524	159	7224	7.22	
5	181	465	662	754	996	1056	987	769	672	473	168	7183	7.18	
6	167	445	626	739	1042	1049	1032	742	638	459	148	7087	7.09	
7	149	451	622	722	1012	1043	999	728	627	444	145	6942	6.94	
8	172	450	619	724	1016	1046	1001	732	636	457	152	7005	7.01	
9	181	462	649	737	1009	1056	1005	747	661	474	157	7138	7.14	
10	189	478	681	762	971	1062	967	771	681	502	177	7241	7.24	
11	196	497	722	794	926	1076	913	808	728	514	186	7360	7.36	
12	193	464	661	739	1018	1054	1003	744	668	478	171	7193	7.19	
13	177	461	618	749	1021	1045	1007	755	636	469	151	7089	7.09	
14	156	448	624	711	1009	1039	994	726	631	455	144	6937	6.94	
15	161	443	616	727	1038	1044	1028	738	639	464	149	7047	7.05	
16	183	454	644	725	1027	1046	1014	783	662	472	164	7174	7.17	
17	184	527	698	782	912	1059	905	795	706	539	177	7284	7.28	
18	195	471	632	745	1029	1048	1013	746	653	464	169	7165	7.17	
19	158	453	625	714	1024	1041	1014	831	643	458	141	7102	7.1	
20	185	506	688	776	934	1061	925	788	694	531	175	7263	7.26	
21	198	521	735	772	928	1078	914	805	735	522	176	7384	7.38	
22	194	465	661	757	1009	1051	998	759	682	469	165	7210	7.21	
23	182	475	655	732	1029	1048	1021	741	657	468	161	7169	7.17	
24	197	469	679	759	974	1076	967	764	686	494	171	7236	7.24	
25	193	536	686	802	928	1081	919	816	714	544	179	7398	7.4	
26	209	553	694	829	878	1093	852	832	719	567	189	7415	7.42	
27	205	528	706	778	898	1071	879	813	709	552	185	7324	7.32	
28	192	467	672	735	1009	1055	998	752	684	471	176	7211	7.21	
29	179	452	655	739	1024	1056	1018	745	658	465	162	7153	7.15	
30	188	509	685	774	956	1061	941	784	698	537	147	7280	7.28	
31	187	495	688	784	984	1065	966	809	709	526	153	7366	7.37	
												223152 W/m2	223.16 w.h/m2	7.19870968 HSP

AGOSTO	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	IRRADIANCIA W/M2	IRRADIACION WH/M2	
	1	218	527	701	786	981	1059	987	829	726	617	165	7596	
2	188	497	736	895	917	1001	964	846	751	545	128	7468	7.47	
3	248	533	767	931	1006	1035	926	765	707	342	182	7442	7.44	
4	236	481	714	887	995	1049	957	805	732	541	187	7584	7.58	
5	201	495	689	922	992	1064	935	821	739	525	124	7507	7.51	
6	205	554	716	871	979	1055	979	827	729	491	181	7587	7.59	
7	214	549	743	884	1024	1062	971	835	779	447	186	7694	7.69	
8	209	517	676	796	984	1046	956	851	786	554	172	7547	7.55	
9	195	491	735	906	1002	1042	931	784	731	501	138	7456	7.46	
10	189	477	729	902	961	1037	975	768	718	537	135	7428	7.43	
11	179	473	681	895	951	1032	954	745	694	523	131	7258	7.26	
12	191	484	711	883	972	1019	953	771	697	526	134	7341	7.34	
13	233	529	719	897	978	1024	947	747	718	529	143	7464	7.46	
14	242	537	731	912	989	1029	954	759	724	534	149	7560	7.56	
15	254	557	739	916	994	1034	965	766	735	502	152	7614	7.61	
16	197	543	724	896	985	1021	989	782	722	471	139	7469	7.47	
17	189	489	693	889	966	1044	955	775	695	479	137	7311	7.31	
18	174	482	669	873	955	1041	942	772	689	488	132	7217	7.22	
19	185	487	674	847	936	1048	944	781	707	496	136	7241	7.24	
20	212	499	686	862	919	1038	939	823	719	507	140	7344	7.34	
21	194	486	667	834	982	1045	972	788	696	484	127	7275	7.28	
22	206	495	685	864	997	1054	952	816	706	504	145	7424	7.42	
23	221	513	709	782	987	1065	992	827	716	521	158	7491	7.49	
24	183	471	691	809	996	1037	982	783	685	494	163	7294	7.29	
25	181	469	675	785	977	1028	976	758	674	478	157	7158	7.16	
26	227	493	712	837	916	1031	901	815	702	516	175	7325	7.33	
27	193	476	695	816	1019	1043	1013	795	687	492	168	7397	7.4	
28	213	496	672	876	976	1051	963	806	714	513	171	7451	7.45	
29	184	468	678	819	1012	1036	984	826	701	501	161	7370	7.37	
30	163	455	637	867	983	1027	998	748	721	481	147	7227	7.23	
31	178	478	651	889	963	1046	909	773	746	489	153	7275	7.28	
												229815 W/m2	229.83 w.h/m2	7.41387097 HSP

**Nota:** Datos recolectado diariamente en horas puntuales durante 8 semanas, para el cálculo de HSP en los meses de julio y agosto de 2022.

## Anexo 9

**Tabla 9.** Consumo facturado del edificio de enero-2019 hasta agosto-2022

<b>MES</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
	<b>Consumo Facturado (kWh)</b>	<b>Consumo Facturado (kWh)</b>	<b>Consumo Facturado (kWh)</b>	<b>Consumo Facturado (kWh)</b>
<b>Enero</b>	87,00	92,00	98,00	95,00
<b>Febrero</b>	109,00	113,00	80,00	82,00
<b>Marzo</b>	100,00	90,00	88,00	84,00
<b>Abril</b>	110,00	48,00	89,00	105,00
<b>Mayo</b>	93,00	34,00	102,00	86,00
<b>Junio</b>	98,00	57,00	146,00	127,00
<b>Julio</b>	91,00	84,00	97,00	107,00
<b>Agosto</b>	73,00	92,00	109,00	102,00
<b>Setiembre</b>	85,00	61,00	108,00	
<b>Octubre</b>	76,00	73,00	104,00	
<b>Noviembre</b>	101,00	109,00	96,00	
<b>Diciembre</b>	72,00	105,00	102,00	
<b>TOTAL</b>	<b>1 095,00</b>	<b>958,00</b>	<b>1 219,00</b>	<b>788,00</b>

**Nota:** Elaboración propia.

## ANEXO 10

*Tabla 10. Costo final facturado del edificio de enero-2019 hasta agosto-2022*

MES	2019	2020	2021	2022
	Costo Final Facturado (S/. kWh)	Costo Final Facturado (S/. kWh)	Costo Final Facturado (S/. kWh)	Costo Final Facturado (S/. kWh)
Enero	65,30	74,10	82,90	91,30
Febrero	94,00	101,90	68,60	79,90
Marzo	75,80	70,90	75,10	82,30
Abril	94,90	39,90	76,60	118,10
Mayo	71,20	71,00	99,60	85,70
Junio	75,90	48,40	135,60	141,90
Julio	70,40	0,0	83,90	123,60
Agosto	56,50	0,0	109,30	118,90
Setiembre	65,50	38,80	111,00	
Octubre	59,40	62,00	111,00	
Noviembre	91,00	104,40	91,10	
Diciembre	58,50	101,70	111,30	
<b>TOTAL</b>	<b>878,40</b>	<b>713,10</b>	<b>1 156,00</b>	<b>841,70</b>

**Nota:** Elaboración propia, en los meses de julio y agosto de 2020 el costo final facturado se redujo a S/ 0,0 por el “Bono de Electricidad” que se dio a nivel nacional.

## ANEXO 11

### DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

#### Consumo diario

Según la Tabla 9 la máxima demanda se dio el mes de junio de 2021 siendo 146,00 kWh, pero considerando que el aumento y disminución de la energía consumida en el edificio varía dependiendo si las oficinas están en alquiler, siendo el promedio del consumo facturado del año 2019 al 2022 (agosto) de 92,00 kWh.

Se considero trabajar con un estimado de 120,00 kWh con el máximo de 31 días para el cálculo de consumo diario.

$$\text{Consumo diario (C.D.)} = \frac{\text{Consumo facturado mensual}}{\text{Dias de mes}} \quad (4)$$

$$C.D. = \frac{120,00 \text{ kWh}}{31}$$

$$C.D. = 3,90 \text{ kWh}$$

#### Hora sol pico (HSP)

La HSP con la que se trabajo fue la mínima obtenida de la página web Data Access Viewer – NASA POWER del año 2019 hasta junio del 2022, para los meses de julio y agosto de 2022 se obtuvo mediante la recolección de datos diario en horas puntuales como se ve en el Anexo 8.

**Tabla 11.** HSP en la ubicación del edificio de enero-2019 hasta agosto-2022

<b>Mes</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Enero</b>	5,92	5,86	5,94	5,75
<b>Febrero</b>	5,54	4,92	6,07	5,66
<b>Marzo</b>	5,83	5,55	5,37	5,87
<b>Abril</b>	5,59	5,95	5,89	6,26
<b>Mayo</b>	5,79	5,76	5,55	5,96
<b>Junio</b>	5,58	5,60	5,57	5,52
<b>Julio</b>	5,66	5,99	5,84	7,20
<b>Agosto</b>	6,69	6,51	6,45	7,41
<b>Setiembre</b>	6,32	6,30	6,59	
<b>Octubre</b>	7,35	6,58	7,41	
<b>Noviembre</b>	6,70	8,05	6,59	
<b>Diciembre</b>	6,44	5,96	5,68	

**Nota:** Elaboración propia.

$$HSP = 4,92$$

### **Potencia generada**

Para el factor de sobredimensionamiento se consideró que el dimensionamiento del sistema se hará con las condiciones menos favorables para el sistema, siendo así que no se calculará con un valor de sobredimensionamiento.

$$PG_{sist.fv.} = \frac{C.D.}{(\eta_{sist.})x(HSP)} x(F.S.) \quad (5)$$

$$PG_{sist.fv.} = \frac{3,90 \text{ kWh}}{(0,7)x(4,92)} x(1)$$

$$PG_{sist.fv.} = 1 \text{ 132, 40 W}$$

### **Banco de baterías**

$$CB = \frac{C.D.}{(V_{sist.}) x (P.D.)} x(D.A.)$$

$$CB = \frac{3,90 x 10^3}{(24) x (0,7)} x(1)$$

$$CB = 232,14 Ah$$

De acuerdo a esto se seleccionó baterías AGM ya que son mejores a temperatura baja, para satisfacer el resultado y coincidir se redondeó a 250 Ah.

Para el sistema de 24 V es conveniente utilizar 2 baterías de 12 V en serie y la capacidad de 250 Ah.

### Energía generada por día

$$EG_{sist.} = (HSP) \times (PG_{sist.fv.}) \times (\eta_{mod..})$$

$$EG_{sist.} = (4,92) \times (1132,40 W) \times (0.75)$$

$$EG_{sist.} = 4178,56 Wh$$

$$EG_{sist.} = 4,18 kWh$$

### Costos

*Tabla 12. Costo del sistema de generación distribuida fotovoltaica*

Nombre	Precio Unitario (S/.)	Cantidad	TOTAL
Panel Fotovoltaico	822,66	3	2 467,98
Batería	1 432,66	2	2 865,32
Inversor hibrido	2 921,33	1	2 921,33
Smart meter	810,86	1	810,86
Accesorios e instalación	3 000,00	-	3 000,00
			<b>12 065,49</b>

**Nota:** Elaboración propia.

### Retorno de inversión

Par el calculó del tiempo en que el sistema de generación distribuida fotovoltaico tendrá retorno de inversión, necesitamos los siguientes datos:

Costo total del sistema = S/ 12 065,49

Precio unitario promedio= S/ 0,4976 kWh

Energía consumida diaria = 3.90 kWh

Costo mensual = Precio unitario promedio \* energía consumida diaria \* días del mes = S/ 60,16

Retorno de inversión = Costo sistema / (Costo mensual \* 12 meses) = 16,7 años

Observamos que en 16,7 años habrá un retorno de inversión del sistema fotovoltaico, considerando que un tiempo de vida útil del sistema es de 20 a 25 años, este tiempo puede ser menor ya que la energía consumida diaria no es fija y esta puede aumentar.

## ANEXO 12

Figura 10. Ficha técnica del medidor de energía solar

# Medidor de energía solar TM-207



### Descripción de Producto

MODELO: TM-207

El medidor de energía solar M-207 es ideal para medir la radiación solar emitida por el sol a partir de una reacción de fusión nuclear que crea energía electromagnética.

El espectro de radiación solar es similar al de un cuerpo negro con una temperatura de aproximadamente 5800 K. Alrededor de la mitad de la radiación se encuentra en la parte visible de onda corta del espectro electromagnético. La otra mitad está principalmente en la parte del infrarrojo cercano, con algunos en la parte ultravioleta del espectro.

Las unidades de medida son vatios por metro cuadrado o BTU, las aplicaciones típicas de prueba y medición son:

- Aplicaciones de meteorología.
- Aplicaciones agrícolas.
- Laboratorios de física y óptica.
- Medición de la radiación solar.
- Medición de la transmisión solar.
- Investigación de energía solar.
- Identificar ventanas de alto rendimiento.
- Útil para configurar paneles solares fotovoltaicos en ángulos óptimos de incidencia.
- Medición de intensidad de luz para las ventanillas del coche.



### Especificaciones Técnicas

Display	3 1/2 dígitos
Rango	2000 W/m <sup>2</sup> , 634 BTU/(ft <sup>2</sup> ×h)
Resolución	0.1 W/m <sup>2</sup> , 0.1 BTU/(ft <sup>2</sup> ×h)
Exactitud	Exactitud: Típicamente dentro +/- 10 W/m <sup>2</sup> [+/- 3 BTU/(ft <sup>2</sup> ×h)] o +/- 5% cualquiera que sea mayor a la luz del Sol. Error de temperatura incluido +/- 0.38 W/m <sup>2</sup> /°C [+/-0.12 BTU/(ft <sup>2</sup> ×h)] desviación de 25°C
Exactitud angular	Coseno corregido
Deriva	< +/- 3% por año
Sobre entrada	Muestra "OL"
Tiempo de muestreo	0.25 segundos
Temperatura y humedad de operación	5°C~40°C ; 80%HR
Fuente de alimentación	AAA 1.5V x 2
Peso del producto	Batería 9 V x 1
Tamaño del producto	112mm*50mm*25mm
Cable del sensor	Aproximadamente 1.5 M
Tamaño	130x55x39mm (LxH)
Peso	Alrededor 150 g

Calle Francisco de Toledo 165, Surco Lima - Perú  
Teléfono: 01-2743414 Anexo: 103 / 990297533 - Correo: ventas@armotec.pe

www.armotec.pe

# ANEXO 13

Figura 11. Ficha técnica del panel fotovoltaico

## ESPSC

### Monocrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS

**Dimensions** 1979 x 1002 x 40mm

**Weight** 22.5 kg

**Frame** Aluminium hollow-chamber frame on each side

**Glass** Low-iron and tempered glass 3.2 mm

**Cells** 72 pcs Mono PERC  
(156.75 x 156.75 mm)

**Cell Embedding** EVA

**Back-Foil** FEVE / PET / FEVE

**Junction Box** TUV certified

**Cable** 4 mm<sup>2</sup> solar cable  
2 x 900 mm  
or Customized Length

**Temperature Range** -40°C ... +85°C

**Load Capacity** 5400 Pa(IEC 61215)40mm

**Application class** Class A

**Electrical protection class** Class II

**Fire safety class** Class C

**Product warranty** 10 years

**Power Guarantee** 10 years 90%  
25 years 80%

**Packaging Configuration**  
(Two pallets = One stack)  
27pcs/pallet, 54pcs/stack,  
594pcs/40HQ Container

CHARACTERISTICS

**Max. System Voltage** 1000VDC

**Temperature-Coefficient  $I_{sc}$**  +0.02973%/°K

**Temperature-Coefficient  $V_{oc}$**  -0.35635%/°K

**Temperature-Coefficient  $P_{max}$**  -0.37402%/°K

**NOCT\*\*\*** 45°C

CERTIFICATES

IEC 61215 edition 2 (TUV Nord )  
(TUV Rheinland )

IEC 61730 MCB INMETRO

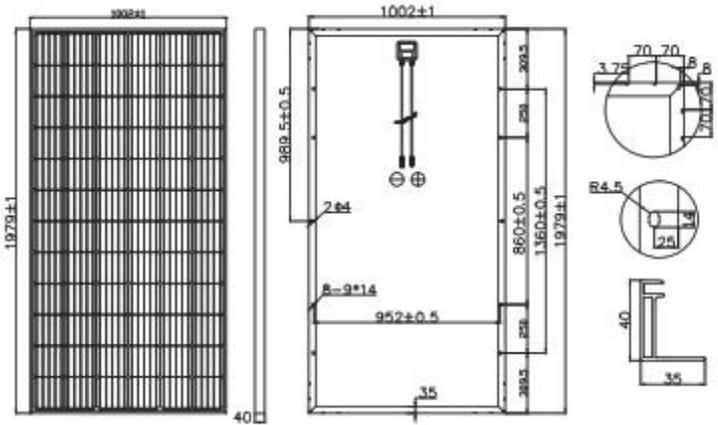
CE GEC SALT-MIST

UL1703 CSA

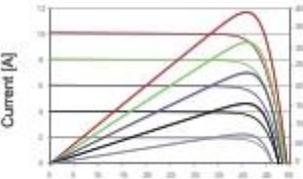
PID Resistant

INSURANCE

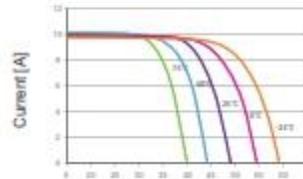
Chubb



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures of 25°C and variable levels of irradiance



Module characteristics at variable module temperatures and constant module irradiance of 1.000 W/m<sup>2</sup>

ESPSC 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	9.49A	9.55A	9.60A
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ ) at STC	48.9V	49.1V	49.3V	49.5V	49.6V
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%

\* MPP: Maximum Power Point

\*\* STC (Standard Test Conditions): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

\*\*\* Normal Operating Cell Temperature



ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR Corporation.  
© October 2019 ERA SOLAR Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

## ANEXO 14

Figura 12. Ficha técnica de batería (dimensiones)



**Tensite** GEL 12-250

**CHARACTERISTICS**

- Compact size ideal for any type of use.
- Great performance due to its deep discharge cycle life.
- Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

**DIMENSIONS**

Technical drawing showing the battery's dimensions and terminal details:

- Overall length:  $522 \pm 1$  mm
- Overall width:  $300 \pm 1$  mm
- Overall height:  $224 \pm 1$  mm
- Terminal height:  $218 \pm 1$  mm
- Terminal width:  $140 \pm 1$  mm
- Terminal diameter:  $\varnothing 20$  mm
- Terminal thickness:  $7 \pm 0.2$  mm
- Terminal type: T11 MB

**Tensite**  
Info@tensitebatteries.com  
www.tensitebatteries.com

Figura 13. Ficha técnica de batería (especificaciones)

Tensite
GEL 12-250

---

## GEL BATTERY

### 12V 250 AH



---

#### GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.

---

#### APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

#### GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

---

#### TECHNICAL SPECIFICATIONS

<b>BATTERY MODEL</b>	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		250Ah	
	Cells Per battery		6	
<b>DIMENSION</b>	Length	Width	Height	Total Height
	322 mm	240 mm	218 mm	224 mm
<b>APPROX. WEIGHT</b>	57.0 kg ± 3%			
<b>CAPACITY @ 25°C</b>	10 hour rate (20.0A)	5 hour rate (34.6A)	3 hour rate (52.4A)	1 hour rate (122.8A)
	200.0 Ah	173.0 Ah	157.2 Ah	122.8 Ah
<b>MAX. DISCHARGE CURRENT</b>	2000 A (5 sec.)			
<b>INTERNAL RESISTANCE</b>	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.1mΩ			
<b>CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)</b>	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	80%	
<b>CHARGE METHOD @25°C</b>	Cycle Use 14.1-14.4V (Initial charging current less than 27A)		Standby Use 13.50-13.80V	

---

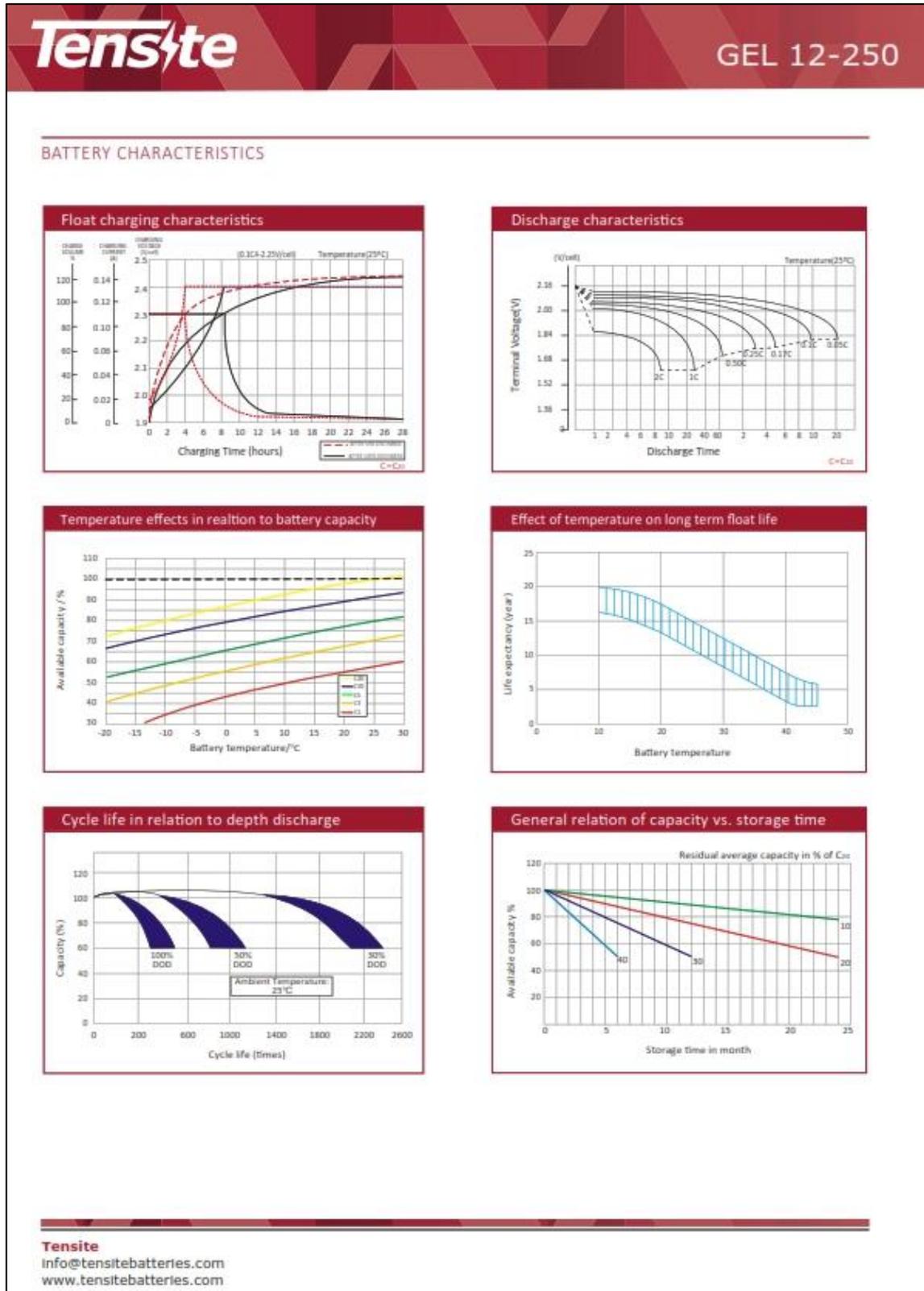
#### BATTERY DISCHARGE TABLE

F.V / TIME	10 min	15 min	30 min	60 min	3 h	5 h	10 h	20 h
1.80	A	431.78	328.03	221.51	124.13	51.99	35.75	19.66
	W	781.95	606.20	411.12	231.26	97.48	67.83	38.61
1.75	A	447.38	334.05	225.81	129.03	53.76	36.56	20.00
	W	816.90	624.13	424.30	242.85	101.61	69.97	39.60
1.70	A	474.56	347.89	229.04	129.55	54.30	37.14	20.42
	W	876.98	654.40	434.03	247.31	104.10	71.99	40.92
1.65	A	484.12	356.72	231.19	130.20	55.10	37.84	20.92
	W	900.94	678.84	442.96	237.87	106.69	74.01	42.45
1.60	A	503.24	367.75	236.56	131.10	56.45	39.12	21.80
	W	943.57	704.25	457.05	255.38	110.20	77.06	44.71

---

**Tensite**  
[info@tensitebatteries.com](mailto:info@tensitebatteries.com)  
[www.tensitebatteries.com](http://www.tensitebatteries.com)

Figura 14. Ficha técnica de batería (características)



## ANEXO 15

Figura 15. Ficha técnica del inversor híbrido (introducción)



### **MUST**

#### **PV3500 PRO Series (4KW-12KW)**

Low Frequency Solar Inverter



### INTRODUCTION

PV3500 PRO series is a multi-function inverter ,combining functions of inverter and mppt solar charge controller, solar charger and battery charger to offer uninterruptible power support with portable size. The comprehensive LCD display offers user-configurable and easy-accessible button operation such as battery charging current, AC/solar charger priority, and selectable input voltage based on different applications.

### FEATURES

- Smart LCD setting(Working modes, Charge Current, Charge voltage, etc.
- Built-in MPPT solar charge controller 80A/100A/200A
- MPPT efficiency max 98%
- Powerful charge rate up to 140Amp
- DC start &Automatic Self-Diagnostic Function
- WIFI / USB monitoring function with free CD (wi-fi optional)
- Supporting AGS, BTS port
- Compatible to generator

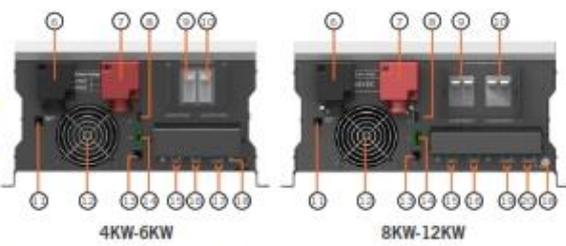
 Rated power 4KW-12KW	 Battery Voltage 24V,48V	 Wide AC input range 90-280VAC	 Battery smart charge design
 3 times surge power based on capacity 4KW-12KW	 MPPT solar charge controller 80A / 100A / 200A	 Multi protection	



Figura 17. Ficha técnica del inversor híbrido (especificaciones)



**MUST**  
PV3500 PRO Series (4KW-12KW)  
Low Frequency Solar Inverter



<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Switch ON/OFF</li> <li>2. LCD display</li> <li>3. AC/Inverter indicator</li> <li>4. Charging indicator</li> <li>5. Fault indicator</li> <li>6. BAT-</li> <li>7. BAT+</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. WIFI/USB communication port</li> <li>9. AC input/Bypass breaker</li> <li>10. AC output breaker</li> <li>11. Remote control port</li> <li>12. Fan</li> <li>13. BTS</li> <li>14. AGS</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. AC input</li> <li>16. AC output</li> <li>17. PV input</li> <li>18. Ground</li> <li>19. PV2 input (optional)</li> <li>20. PV1 input</li> </ol>
---	---	--

MODEL	PV35 PRO-4K		PV35 PRO-5K		PV35 PRO-6K	PV35 PRO-8K	PV35 PRO-10K	PV35 PRO-12K	
Nominal Battery System Voltage	24V	48V	24V	48V	48V	48VDC	48VDC	48VDC	
INVERTER OUTPUT	Rated power	4KW	5KW	6KW	8.0KW	10.0KW	12.0KW		
	Surge rating(20ms)	12KW	15KW	18KW	24KW	30KW	36KW		
	Capable of starting electric motor	2HP	2HP	3HP	4HP	5HP	6HP		
	Waveform	Pure sine wave / same as input (bypass mode)							
	Nominal output voltage RMS	220V / 230V / 240VAC (+/-10%RMS)							
	Output frequency	50Hz / 60Hz +/- 0.3Hz							
	Inverter efficiency(peak)	>85%						>88%	
	Line mode efficiency	>95%							
	Power factor	1.0							
	Typical transfer time	20ms(max)							
AC INPUT	Voltage	230VAC							
	Selectable voltage range	90-280 VAC (APL)							
	Frequency range	50Hz / 60Hz							
BATTERY	Low battery voltage cutoff	20-24VDC for 24VDC mode (40-48VDC for 48VDC mode)							
	Low battery voltage recover	21-25VDC for 24VDC mode (42-50VDC for 48VDC mode)							
	High battery voltage cutoff	30VDC for 24VDC mode (60VDC for 48VDC mode)							
	High battery voltage recover	28.5VDC for 24VDC mode (57VDC for 48VDC mode)							
	Idle consumption-search mode	<30W when power saver on				<60W when power saver on			
AC CHARGER	Output voltage	Depends on battery type							
	Charger AC input breaker rating	40A	40A	50A	80A	80A	140A		
	Overcharge protection S.D.	31.4VDC for 24VDC mode (62.8VDC for 48VDC mode)							
BTS	Maximum charge current	80A	60A	100A	70A	80A	100A	120A	140A
	Continuous output power	Yes Variances in charging voltage & S.D. voltage base on the battery temperature.							
BYPASS & PROTECTION	Input voltage waveform	Sine wave (grid or generator)							
	Nominal input frequency	50Hz or 60Hz							
	Overload protection (SMPS Load)	Circuit breaker							
	Output short circuit protection	Circuit breaker							
	Bypass breaker rating	40A				63A		63A	
SOLAR CHARGER	Max bypass current	40Amp				80Amp		80Amp	
	Maximum PV charge current	80A				100A(200A optional)			
	DC voltage	24V/48V Auto work							
	Maximim PV array power	2000W	4000W	2000W	4000W	4000W	5000W(10000W for 200A optional)		
	MPPT range @ operating voltage(VDC)	32-145VDC for 24V mode,64-147V for 48V mode				64-147VDC			
	Maximum PV array open circuit voltage	147VDC							
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Maximum efficiency	>98%							
	Standby power consumption	<2W							
	Mounting	Wall mount							
	Dimensions (W*H*D)	620*385*215mm				670*410*215mm			
OTHER	Net weight (solar CHG) (kg)	36	41	41	69+2.5	75.75+2.5	75.75+2.5		
	Shipping dimensions (W*H*D)	755*515*455mm				884*518*443mm			
	Shipping weight (Solar CHG) (kg)	56	61	64	82.5+2.5	89+2.5	92+2.5		
OTHER	Operation temperature range	0°C to 40°C							
	Storage temperature	-15°C to 60°C							
	Audible noise	60dB MAX							
	Display	LED+LCD							
Loading (20GP/40GP/40HQ)	140pcs / 280pcs / 320pcs								

Figura 18. Ficha técnica de smart meter



# Growatt Smart Meter

SPM-E/TPM-E

- Class 1 measurement accuracy
- LCD display, easy to operation and check
- Compatible with Growatt storage and solar inverters



**Growatt**

POWER  
- I N G O  
T O M O -  
R R O W O

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

**Figura 19. Ficha técnica de smart meter (especificaciones)**

Datasheet	SPM-E	TPM-E
<b>General Data</b>		
Dimension (W/Dt)	35/96.3mm	72/94.5/65 mm
Weight	223g	398g
Mounting type		DIN rail 35mm
Operating temperature range		-25°C to +55°C
Storage temperature range		-40°C to +70°C
Operating humidity		0 to 90%, non-condensing
Environment protection rating		IP51
<b>Electrical Data</b>		
Power grid type	1P2W	3P4W
Input voltage	184~276VAC (LN)	300~520VAC (LL)
Frequency		50/60Hz (45~56Hz)
Normal current/Max. current		10A/100A
<b>Measurement Range</b>		
Voltage Accuracy		0.5%
Current Accuracy		0.5%
Power Accuracy		1%
Frequency Accuracy		0.2%
<b>Communication</b>		
Interface		RS485
Baud rate		9600
Communication protocol		Modbus RTU
Accessories		RS485 Cable (15m)
Certification		CE

ANEXO 17

Figura 20. Datos recolectados de los recibos de luz

	2019							2020						
	Consumo facturado	Ley 27510 fose (kWh)		Precio unitario (S/ kWh)	Consumo facturado (S/ kWh)	Detalles de facturación	Costo final facturado	Consumo facturado	Ley 27510 fose (kWh)		Precio unitario (S/ kWh)	Consumo facturado (S/ kWh)	Detalles de facturación	Costo final facturado
ENERO	87	Restantes	57	S/ 0.6090	S/ 34.71	S/ 16.88	S/ 65.30	92.00	Restantes	62	S/ 0.6375	S/ 39.53	S/ 20.23	S/ 74.10
		Primeros	30	S/ 0.4568	S/ 13.70				Primeros	30	S/ 0.4782	S/ 14.35		
FEBRERO	109	No aplica ley		S/ 0.6410	S/ 69.87	S/ 24.13	S/ 94.00	113.00	No aplica ley		S/ 0.6576	S/ 74.31	S/ 27.59	S/ 101.90
MARZO	100	Restantes	70	S/ 0.6216	S/ 43.51	S/ 18.30	S/ 75.80	90.00	Restantes	60	Sin recibo			S/ 70.90
		Primeros	30	S/ 0.4662	S/ 13.99				Primeros	30				
ABRIL	110	No aplica ley		S/ 0.6442	S/ 70.86	S/ 24.04	S/ 94.90	48.00	Restantes	18	S/ 0.6305	S/ 11.35	S/ 14.36	S/ 39.90
		Primeros	30	S/ 0.4729	S/ 14.19				Primeros	30	S/ 0.4729	S/ 14.19		
MAYO	93	Restantes	63	S/ 0.6275	S/ 39.53	S/ 17.55	S/ 71.20	34.00	Restantes	4	S/ 0.6305	S/ 2.52	S/ 54.29	S/ 71.00
		Primeros	30	S/ 0.4706	S/ 14.12				Primeros	30	S/ 0.4729	S/ 14.19		
JUNIO	98	Restantes	68	S/ 0.6304	S/ 42.87	S/ 18.85	S/ 75.90	57.00	Restantes	27	S/ 0.6326	S/ 17.08	S/ 17.09	S/ 48.40
		Primeros	30	S/ 0.4728	S/ 14.18				Primeros	30	S/ 0.4744	S/ 14.23		
JULIO	91	Restantes	61	S/ 0.6319	S/ 38.55	S/ 17.64	S/ 70.40	84.00	Restantes	54	S/ 0.6428	S/ 34.71	S/ 49.17	S/ -
		Primeros	30	S/ 0.4739	S/ 14.22				Primeros	30	S/ 0.4821	S/ 14.46		
AGOSTO	73	Restantes	43	S/ 0.6267	S/ 26.95	S/ 15.45	S/ 56.50	92.00	Restantes	62	S/ 0.6494	S/ 40.26	S/ 54.88	S/ -
		Primeros	30	S/ 0.4700	S/ 14.10				Primeros	30	S/ 0.4871	S/ 14.61		
SETIEMBRE	85	Restantes	55	S/ 0.6233	S/ 34.28	S/ 17.19	S/ 65.50	61.00	Restantes	31	S/ 0.6524	S/ 20.22	S/ 3.90	S/ 38.80
		Primeros	30	S/ 0.4675	S/ 14.03				Primeros	30	S/ 0.4893	S/ 14.68		
OCTUBRE	76	Restantes	46	S/ 0.6331	S/ 29.12	S/ 16.03	S/ 59.40	73.00	Restantes	43	S/ 0.6540	S/ 28.12	S/ 19.16	S/ 62.00
		Primeros	30	S/ 0.4748	S/ 14.24				Primeros	30	S/ 0.4905	S/ 14.72		
NOVIEMBRE	101	No aplica ley		S/ 0.6556	S/ 66.22	S/ 24.78	S/ 91.00	109.00	No aplica ley		S/ 0.6882	S/ 75.01	S/ 29.39	S/ 104.40
DICIEMBRE	72	Restantes	42	S/ 0.6374	S/ 26.77	S/ 17.39	S/ 58.50	105.00	No aplica ley		S/ 0.6940	S/ 72.87	S/ 28.83	S/ 101.70
		Primeros	30	S/ 0.4781	S/ 14.34									
<b>TOTAL</b>	<b>1095.00</b>						<b>S/ 878.40</b>	<b>958.00</b>						<b>S/ 713.10</b>

	2021							2022						
	Consumo facturado	Ley 27510 fose (kWh)		Precio unitario (S/ kWh)	Consumo facturado (S/ kWh)	Detalles de facturación	Costo final facturado	Consumo facturado	Ley 27510 fose (kWh)		Precio unitario (S/ kWh)	Consumo facturado (S/ kWh)	Detalles de facturación	Costo final facturado
ENERO	98.00	restantes	68	S/ 0.6663	S/ 45.31	S/ 22.60	S/ 82.90	95.00	restantes	65	S/ 0.7571	S/ 49.21	25.05	S/ 91.30
		primeros	30	S/ 0.4997	S/ 14.99				primeros	30	S/ 0.5678	S/ 17.03		
FEBRERO	80.00	restantes	50	S/ 0.6658	S/ 33.29	S/ 20.33	S/ 68.60	82.00	restantes	52	S/ 0.7615	S/ 39.60	23.17	S/ 79.90
		primeros	30	S/ 0.4994	S/ 14.98				primeros	30	S/ 0.5711	S/ 17.13		
MARZO	88.00	restantes	58	S/ 0.6653	S/ 38.59	S/ 21.54	S/ 75.10	84.00	restantes	54	S/ 0.7668	S/ 41.41	23.64	S/ 82.30
		primeros	30	S/ 0.4990	S/ 14.97				primeros	30	S/ 0.5751	S/ 17.25		
ABRIL	89.00	restantes	59	Sin recibo			S/ 76.60	105.00	No aplica ley		S/ 0.8108	S/ 85.13	32.97	S/ 118.10
		primeros	30											
MAYO	102.00	No aplica ley		S/ 0.6942	S/ 70.81	S/ 28.79	S/ 99.60	86.00	restantes	56	S/ 0.7819	S/ 43.79	24.32	S/ 85.70
									primeros	30	S/ 0.5864	S/ 17.59		
JUNIO	146.00	No aplica ley		S/ 0.6912	S/ 100.92	S/ 34.68	S/ 135.60	127.00	No aplica ley		S/ 0.8254	S/ 104.83	37.07	S/ 141.90
JULIO	97.00	No aplica ley		Sin recibo			S/ 83.90	107.00	No aplica ley		S/ 0.8338	S/ 89.22	34.38	S/ 123.60
AGOSTO	109.00	No aplica ley		S/ 0.7221	S/ 78.71	S/ 30.59	S/ 109.30	102.00	No aplica ley		S/ 0.8380	S/ 85.48	33.42	S/ 118.90
SETIEMBRE	108.00	No aplica ley		S/ 0.7409	S/ 80.02	S/ 30.98	S/ 111.00							
OCTUBRE	104.00	No aplica ley		S/ 0.7693	S/ 80.01	S/ 30.99	S/ 111.00							
NOVIEMBRE	96.00	restantes	66	S/ 0.7519	S/ 49.63	S/ 24.55	S/ 91.10							
		primeros	30	S/ 0.5640	S/ 16.92									
DICIEMBRE	102.00	No aplica ley		S/ 0.7866	S/ 80.23	S/ 31.07	S/ 111.30							
<b>TOTAL</b>	<b>1219.00</b>						<b>S/ 1,156.00</b>	<b>788.00</b>						<b>S/ 841.70</b>



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SOVERO LAZO NELLY ROXANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Dimensionamiento de sistema de generación distribuida fotovoltaica para disminución del consumo facturado en un edificio de Juliaca, 2022", cuyo autor es APAZA MONROY JOSE ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SOVERO LAZO NELLY ROXANA <b>DNI:</b> 20048561 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5688-2258	Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 21- 03-2023 14:59:11

Código documento Trilce: TRI - 0537283