



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**



**“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA GENERACIÓN  
DISTRIBUIDA EN ZONAS RURALES Y URBANAS DE LA  
REGIÓN PUNO, APORTE PARA EL MARCO NORMATIVO EN  
EL PERÚ”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**JEFREY JOSTHIN CUEVA CASTILLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**"ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ZONAS RURALES Y URBANAS DE LA REGIÓN PUNO, APORTE PARA EL MARCO NORMATIVO EN EL PERÚ"**

AUTOR

**JEFREY JOSTHIN CUEVA CASTILLO**

RECuento DE PALABRAS

**20853 Words**

RECuento DE CARACTERES

**111811 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**105 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**9.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 14, 2023 3:52 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 14, 2023 3:54 PM GMT-5**

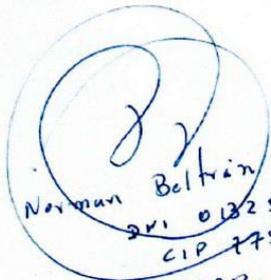
### ● 16% de similitud general

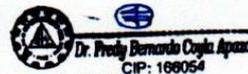
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 11 palabras)

  
Norman Beltrán Castañón  
C.I. 01825035  
C.I.P. 77541  
ASESOR

  
Dr. Freddy Bernardo Cuyta Apaza  
C.I.P.: 168054  
V.O.B.  
SUB DIRECTOR (E) DE INVESTIGACIÓN  
EPIME

Resumen •



## DEDICATORIA

*Dedico esta investigación a mi amada familia que siempre estuvo impulsándome y apoyándome para superarme cada día, me siento maravillado por la gran familia que Dios me dio.*

*Mis adorados papitos Vidal y Edith que me dieron todo en vida, añadido a ello el soporte emocional para superar todas las peripecias de este largo camino.*

*Hermanito Brayán, mi ejemplo e inspiración, el cual me cuida y protege cada vez que vacilo en esta vida, es por ti que sigo firme y asumo todo lo que acontezca.*

*Hermanito Boris, por ti he luchado muchas batallas, espero te sientas orgulloso de quien soy ahora y seguiré dándolo todo por ustedes.*

*Hermanita Francia, tú has sido mi confidente y cómplice de muchas travesías, compartimos sueños y metas. Vayamos por ellos.*

*Familia bella seguiré trazando un camino lleno de éxito, quiero seguir siendo el ejemplo de los que me apoyan y los que confían en mí, no los defraudaré y continuaré bregando logros para impactar positivamente en las personas que nos rodean y forjar un mundo mejor con más valores.*

***Jefrey Josthin, Cueva Castillo***



## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a mi asesor Norman Beltrán y mis jurados, por la confianza y el apoyo brindado para que esta investigación tenga el realce e impacto académico esperado.*

*A mis docentes de la gloriosa Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica que inculcaron en mí sus conocimientos y experiencias en mi etapa universitaria, para así lograr competir en el mundo laboral y empresarial.*

*A mis mentores externos; Roberto Tamayo, Norbert Isique, Willy Rimarachin, Sandro Fernandez, Miguel Segura, Adrián Zapata, Alberto Gómez y otros grandes profesionales de diferentes especialidades que forman parte de mi inspiración para seguir creciendo profesionalmente y superarme cada día.*

*A mis colegas y amigos que son parte esencial de mi desarrollo académico y profesional, el respeto siempre será recíproco y así lograremos alianzas estratégicas importantes para crecer juntos.*

***Jefrey Josthin, Cueva Castillo***



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN** ..... 14

**ABSTRACT**..... 15

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** ..... 17

**1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA** ..... 19

1.2.1. Problema general ..... 20

1.2.2. Problemas específicos ..... 21

**1.3. HIPÓTESIS**..... 21

1.3.1. Hipótesis general ..... 21

1.3.2. Hipótesis específicas ..... 21

**1.4. JUSTIFICACIÓN**..... 21

1.4.1. Justificación técnica..... 22

1.4.2. Justificación económica..... 22

1.4.3. Justificación social..... 23

1.4.4. Justificación ambiental ..... 23

1.4.5. Justificación académica ..... 24

**1.5. OBJETIVO**..... 24

1.5.1. Objetivo general ..... 24

1.5.2. Objetivos específicos ..... 24

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**..... 25

2.1.1. Antecedente nacional..... 25

2.1.2. Antecedente América latina..... 29



2.1.2.1. Argentina .....	29
2.1.2.2. Brasil.....	29
2.1.2.3. Bolivia.....	30
2.1.2.4. Chile.....	30
2.1.2.5. Colombia.....	31
2.1.2.6. Paraguay .....	31
2.1.2.7. Ecuador .....	31
2.1.3. Antecedente mundial .....	32
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>33</b>
2.2.1. Sistema interconectado nacional.....	33
2.2.2. Sistema eléctrico de distribución en la región de Puno .....	34
2.2.3. Smart grid .....	34
2.2.4. Micro generación eléctrica .....	34
2.2.5. Microred .....	35
2.2.6. Marco normativo .....	35
2.2.7. Medidor bidireccional.....	35
2.2.8. Calidad y certificación de paneles solares fotovoltaicos .....	35
2.2.9. Mantenimiento de los paneles fotovoltaicos.....	35
2.2.10. Tipos de mantenimiento en paneles solares.....	36
2.2.11. Autoconsumo de energía eléctrica.....	36
2.2.12. Generación distribuida.....	37
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>44</b>
<b>3.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
3.6.1. Análisis del potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno .....	45
3.6.2. Análisis del rendimiento de los módulos.....	45
3.6.3. Análisis de rentabilidad al implementar la generación distribuida.....	46
3.6.4. Análisis de los excedentes de energía por generación distribuida.....	46
3.6.5. Análisis de viabilidad al implementar la generación distribuida.....	46



3.6.6. Aporte a la normativa peruana.....	46
---	----

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. ANÁLISIS TÉCNICO .....</b>	<b>47</b>
4.1.1. Potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú .....	47
4.1.2. Potencial eléctrico fotovoltaico en Puno .....	48
4.1.3. Impacto técnico de la generación distribuida al sistema .....	50
4.1.4. Módulos fotovoltaicos para generación distribuida.....	51
4.1.4.1. Kit SMD1S – Solar modul.....	51
4.1.4.2. Kit SMD2S – Solar modul.....	52
4.1.4.3. Kit SMD3S – Solar modul.....	54
<b>4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>57</b>
4.2.1. Gasto promedio anual por usuario en cada sector de la región Puno .....	58
4.2.2. Variación anual de tarifas eléctricas .....	60
4.2.3. Cálculos de rentabilidad al implementar el módulo fotovoltaico .....	61
4.2.4. Generación de energía promedio y excedente .....	65
4.2.5. Viabilidad del proyecto por sector con análisis del VAN y TIR.....	67
<b>4.3. APORTE A LA NORMATIVA PERUANA .....</b>	<b>71</b>
4.3.1. Marco normativo peruano actual .....	71
4.3.2. Aporte y consideraciones para la implementación de generación distribuida en el Perú .....	73
4.3.2.1. Actores que participarán en la generación distribuida.....	73
4.3.2.2. Condición y ubicación de los módulos de generación distribuida .....	74
4.3.2.3. Fuentes de generación para implementar la generación distribuida.....	74
4.3.2.4. Conexión y operación de la generación distribuida.....	74
4.3.2.5. Permisos y concesiones para implementar generación distribuida.....	75
4.3.2.6. Método de venta de la energía inyectada a la red .....	75
4.3.2.7. Medición de energía para generación distribuida.....	76
4.3.2.8. Promoción de la generación distribuida .....	76
<b>4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>76</b>
4.4.1. Contrastación de hipótesis 1 .....	76
4.4.2. Contrastación de hipótesis 2 .....	77
<b>4.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>78</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>



<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

**Área** : Energías Renovables

**Tema** : Generación Distribuida

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 19 de setiembre de 2023



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de variables.....	44
<b>Tabla 2:</b> Estadística de la potencia fotovoltaica específica por día en la región de Puno .....	49
<b>Tabla 3:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD1S .....	52
<b>Tabla 4:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD2S .....	54
<b>Tabla 5:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD3S .....	56
<b>Tabla 6:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico y costo por cada módulo.....	56
<b>Tabla 7:</b> Consumo promedio mensual por cliente y por sistema eléctrico (KWh-mes)	57
<b>Tabla 8:</b> Consumo promedio mensual por cliente y anual de tres sectores de la región	57
<b>Tabla 9:</b> Pliego tarifario tipo BT5B para clientes finales noviembre de 2022 .....	58
<b>Tabla 10:</b> Gasto promedio anual por cliente en el sector de Puno – Puno densidad baja .....	59
<b>Tabla 11:</b> Gasto promedio anual por cliente en el sector de Azángaro – Azángaro Rural .....	59
<b>Tabla 12:</b> Gasto promedio anual por cliente en el sector de Ayaviri.....	59
<b>Tabla 13:</b> Costo marginal por barra para cada sector de la región Puno .....	60
<b>Tabla 14:</b> Tiempo de recuperación de inversión y el ahorro económico por cliente en el sector Puno – Puno densidad baja .....	61
<b>Tabla 15:</b> Tiempo de recuperación de inversión y el ahorro económico por cliente en el sector Azángaro - Azángaro Rural .....	63
<b>Tabla 16:</b> Tiempo de recuperación de inversión y el ahorro económico por cliente en el sector Ayaviri .....	64
<b>Tabla 17:</b> Generación de energía promedio y excedente para Puno-Puno densidad baja con el módulo - SMD1S .....	65
<b>Tabla 18:</b> Generación de energía promedio y excedente para Azángaro - Azángaro Rural con el módulo - SMD1S.....	66
<b>Tabla 19:</b> Generación de energía promedio y excedente para Ayaviri con el módulo - SMD1S.....	66
<b>Tabla 20:</b> VAN y TIR para el sector de Puno – Puno densidad baja.....	67
<b>Tabla 21:</b> VAN y TIR para el sector de Azángaro – Azángaro Rural.....	68
<b>Tabla 22:</b> VAN y TIR para el sector de Ayaviri.....	70



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Características técnicas mínimas de la generación distribuida .....	38
<b>Figura 2:</b> Mapa del potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú.....	47
<b>Figura 3:</b> Promedios de largo plazo del potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú .....	48
<b>Figura 4:</b> Mapa del potencial eléctrico fotovoltaico en la región de Puno .....	48
<b>Figura 5:</b> Distribución de la potencia fotovoltaica específica por día en la región de Puno .....	49
<b>Figura 6:</b> Función de la distribución acumulativa de la potencia fotovoltaica específica en la región de Puno.....	50
<b>Figura 7:</b> Comportamiento de Ithdv armónicos, GD en el nodo 890 .....	50
<b>Figura 8:</b> Kit de energía solar On-grid SMD1S.....	51
<b>Figura 9:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD1S.....	52
<b>Figura 10:</b> Kit de energía solar On-grid SMD2S.....	53
<b>Figura 11:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD2S.....	54
<b>Figura 12:</b> Kit de energía solar On-grid SMD3S.....	55
<b>Figura 13:</b> Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD3S.....	56
<b>Figura 14:</b> Tarifas de electricidad de marzo 2022 e indicadores disponibles al 28.02.2022 .....	60



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>MINEM</b>	:Ministerio de Energía y Minas
<b>MT</b>	:Media Tensión
<b>BT</b>	:Baja Tensión
<b>SED</b>	:Subestación de Distribución
<b>IEEE</b>	:Institute of Electrical and Electronic Engineers
<b>ELPU</b>	:Electro Puno
<b>FONAFE</b>	:Fondo Nacional de Financiamiento del Estado
<b>OSINERGMIN</b>	:Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas
<b>COES</b>	:Comité de Operación Económica del SEIN
<b>SEIN</b>	:El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional del Perú
<b>GD</b>	:Generación Distribuida
<b>GDA</b>	:Generación Distribuida para Autoconsumo
<b>MGD</b>	:Mediana Generación Distribuida
<b>MCD</b>	:Micro Generación Distribuida
<b>RP</b>	:Red Primaria
<b>RS</b>	:Red Secundaria
<b>LDEG</b>	:Ley para asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica
<b>OLADE</b>	:Organización Latinoamericana de Energía
<b>DS</b>	:Decreto Supremo
<b>DL</b>	:Decreto Legislativo
<b>MD</b>	:Microred
<b>MG</b>	:Micro generación
<b>SG</b>	:Smart Grid
<b>LATAM</b>	:Latinoamérica



**DOE** :Departamento de Energía de los Estados Unidos

**LCE** :Ley de Concesión de Energía Eléctrica



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Catálogo del Kit SMD1S .....	88
<b>Anexo 2.</b> Catálogo del Kit SMD2S .....	90
<b>Anexo 3.</b> Catálogo del Kit SMD3S .....	92
<b>Anexo 4.</b> Potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú.....	94
<b>Anexo 5.</b> Pliego tarifario para clientes finales con vigencia desde el 01 de noviembre del 2022 .....	95
<b>Anexo 6.</b> Decreto Legislativo N°1221 .....	96
<b>Anexo 7.</b> Decreto Legislativo N° 1002.....	101
<b>Anexo 8.</b> Ley N° 28832 .....	104



## RESUMEN

La presente investigación describe la implementación de la generación distribuida con módulos de generación fotovoltaica conectados a la red, en los sectores de Puno – Puno baja densidad por el consumo alto, Azángaro – Azángaro Rural por el consumo medio y Ayaviri por el consumo más bajo presentado a la actualidad en la región Puno. Se realizó un análisis económico al implementar la generación distribuida que causa un impacto en el ahorro mensual y anual de los usuarios, así como también la recuperación del capital de inversión y ganancias obtenidas por los excedentes de generación de energía al vender al sistema eléctrico, con una estimación de venta por costo marginal en las barras por cada sector. Se tiene como objetivo general analizar la viabilidad de la generación distribuida en zonas rurales y urbanas de la Región Puno, para la reglamentación e implementación de este tipo de tecnología en el Perú. Se utilizó un diseño de investigación cuantitativa, metodología no experimental y con un enfoque predictivo. Los resultados demuestran la rentabilidad al instalar los módulos fotovoltaicos y la recuperación del capital por usuario a corto y mediano plazo, existe un margen rentable al vender la energía al sistema eléctrico y por último se determinó lineamientos importantes para la normativa peruana como aspectos regulatorios de conexión, operación y el régimen comercial. Las conclusiones muestran un panorama óptimo para el desarrollo de esta tecnología y el gran potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno ayuda a perfilar la generación distribuida a futuro con energías renovables.

**Palabras Clave:** Autoconsumo, generación distribuida, micro generación, normativa, regulación.



## ABSTRACT

This research describes the implementation of distributed generation with photovoltaic generation modules connected to the grid, in the sectors of Puno - Puno low density for high consumption, Azángaro - Azángaro Rural for medium consumption and Ayaviri for the lowest consumption presented at present in the region of Puno. An economic analysis was carried out on the implementation of distributed generation that has an impact on the monthly and annual savings of users, as well as the recovery of investment capital and profits obtained from surplus energy generation when sold to the electricity system, with an estimate of marginal cost sales at the busbars for each sector. The general objective is to analyse the viability of distributed generation in rural and urban areas of the Puno Region, for the regulation and implementation of this type of technology in Peru. A quantitative research design, non-experimental methodology and a predictive approach were used. The results show the profitability when installing photovoltaic modules and the recovery of capital per user in the short and medium term, there is a profitable margin when selling energy to the electricity system and finally important guidelines were determined for the Peruvian regulations such as regulatory aspects of connection, operation and commercial regime. The conclusions show an optimal scenario for the development of this technology and the great photovoltaic electricity potential in the Puno region helps to outline the future distributed generation with renewable energies.

**Key words:** Autoconsumption, distributed generation, micro generation, norms, regulation.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico peruano actual tiene un potencial enorme para implementar la tecnología de generación distribuida que se promueva de la energía solar, conveniente por el nivel de irradiación solar en nuestro territorio nacional y por la reducción de costos en los sistemas fotovoltaicos. Actualmente el Perú no cuenta con una normativa que fuese aprobada para la promoción, implementación y regulación de este tipo de tecnología.

Al implementar la generación distribuida en nuestro sistema eléctrico peruano se vería beneficiado principalmente por la reducción de pérdidas en transmisión y distribución, proporcionar mayor regulación de tensión, mayor control de energía reactiva y la reducción de índice de fallas. Al implementar la generación distribuida buscaríamos aumentar la calidad de la energía eléctrica, contando con una energía eléctrica ininterrumpida con adecuados parámetros eléctricos.

En Puno, contamos con proyectos importantes con generación fotovoltaica y estos antecedentes nos ayudan a promover la generación distribuida con el potencial que se viene desarrollando en diversos países del mundo. La contribución directa a los usuarios son los de disminución de costos, incremento de confiabilidad, reducción de interrupciones, uso eficiente de la energía y participación en el mercado eléctrico.

Esta investigación tiene como objetivo general “Analizar la viabilidad de la generación distribuida en zonas rurales y urbanas de la Región Puno, para la reglamentación e implementación de este tipo de tecnología en el Perú”.

Como objetivos específicos: Realizar el estudio técnico para la implementación de la generación distribuida en zonas rurales y urbanas de la región de Puno, principalmente en la incorporación de módulos fotovoltaicos conectados a la red.



También analizar el impacto económico, recuperación de inversión, ahorro económico y venta del excedente de energía al sistema gracias a la generación distribuida en la región de Puno, el autoconsumo en pequeños puntos de la generación de energía produciría una economización. Esto se va acrecentado con el avance de la tecnología, ya que la eficiencia y el ahorro de los costos van de la mano con la generalización de este tipo de tecnología.

Finalmente evaluar la información técnica y económica de la generación distribuida para un aporte al marco normativo peruano, es importante realizar un análisis del proyecto de reglamento de generación distribuida que se tiene actualmente, de acuerdo a la contextualización y las limitantes técnicas respecto a este tipo tecnología, se dará una retroalimentación y un aporte real a esta propuesta.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el Perú respecto al Sistema eléctrico nacional, las líneas de transmisión están sobresaturadas y congestionadas hasta el punto en que no hay suficiente suministro para cubrir la creciente demanda de energía en la región sur, generada principalmente por grandes proyectos mineros, lo que ha resultado en casi duplicar las pérdidas de transmisión desde 2, 68. % en 2010 a 4,35% en 2013.

Las empresas de distribución gozan de estabilidad en sus ingresos siempre que la demanda sea estable, poseen una zona de influencia y sean el único operador y mantengan una baja elasticidad precio, este aspecto es muy importante, hablando competitivamente no hay otras ofertas económicas en el sector energético que se tengan respecto al consumidor para optar la más adecuada o atractiva para su interés.

En la región de Puno se ofrece un defectuoso sistema de distribución al tener fallas en el sistema constantes en diferentes zonas, sin flujo eléctrico o incumpliendo plazos de



mantenimiento programados, lo que afecta al usuario en actividades cotidianas ya sean desde las más sencillas hasta las más complejas.

Durante la pandemia del COVID-19, se ha mostrado un aumento de la demanda eléctrica debido al estudio y trabajo remoto, dentro de muchos quedando hasta hoy como una alternativa para desarrollo de dichas actividades, la dependencia de las personas a la electricidad fue en aumento y en nuestro sistema eléctrico tradicional ha presentado ciertos inconvenientes y también ha llevado al análisis ciertos puntos importantes en caso de otra anomalía global o local, las fallas que desencadenen esto fueron los cortes de suministro eléctrico, la mala calidad de servicio, cambios tarifarios y principalmente problemas técnicos con las redes de distribución, en varios casos se volvieron insuficientes en donde debían transportar mayor corriente al diseño que tenían y concluyó en pérdidas, fallas y caídas de tensión.

Los países a nivel global vienen trabajando alternativas para la producción de electricidad que principalmente usen energías renovables, con niveles de impacto ambiental bajos y costos relativamente económicos.

Mundialmente es tendencia la utilización de la generación distribuida, siendo los usuarios los que generan su propia energía y poder inyectar a la red de distribución sus excedentes, diferentes países asumen el reto técnico al instalar esta tecnología a gran escala y con las pruebas hechas, están teniendo resultados para continuar con el estudio de la GD y su impacto en el sistema eléctrico.

En la actualidad, en el Perú no se puede realizar la generación distribuida, debido a que no contamos con una normativa reglamentaria para esta tecnología en donde se pueda encontrar los aspectos que regulen la conexión, operación y régimen comercial.

Como antecedentes en el marco normativo contamos con la Ley N° 28832 la cual fue publicada el 23 de julio del 2006, “Ley para asegurar el Desarrollo Eficiente de la



Generación Eléctrica (LDGE)”, en donde se disponen medidas para promover la Generación Distribuida, pero no están debidamente reglamentadas. También se tiene el Decreto Legislativo (DL) N°1221-2015 publicado el 24 de setiembre del 2015, D.L. que “Mejora la Regulación de la Distribución de Electricidad para Promover el Acceso a la Energía Eléctrica en el Perú”; se amplía el concepto de Generación Distribuida brindando un aspecto más amplio; pero el mismo D.L. dentro de sus disposiciones finales complementarias, fijaba un plazo de ciento veinte días calendario para su reglamentación, el cual jamás se cumplió. El 02 de agosto del 2018 mediante la Resolución Ministerial N° 292-2018-MEM/DM, el MINEM propone un Reglamento de la Generación Distribuida, el cual se puso en consulta pública, pero nunca fue aprobado y hasta hoy no tenemos respuesta alguna.

En síntesis, se puede extraer que al día de hoy no disponemos una norma regulatoria aprobada por el estado para implementar las GD y tampoco se tiene respuesta de las entidades encargadas de dicha propuesta del Reglamento, por lo tanto, hay la necesidad de proponer normas complementarias y brindar aportes de acuerdo a la experiencia en LATAM y mundialmente.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema que se identifica a nivel macro en el Sistema interconectado nacional (SEIN), consecuentemente en la región Puno en la distribución de energía y son las siguientes:

### **Técnico:**

- Perdidas en el sistema que se presentan en la transmisión y distribución
- Fallas en el sistema por factores climáticos o técnicos que afectan el fluido eléctrico.
- Perdida de estabilidad en el sistema y colapso de tensión.



- Demanda en horas punta y programas de gestión del consumo.

Seguridad para cargas críticas debido a la calidad de la onda eléctrica.

**Económico:**

- Inversión elevada por proyecto e infraestructura en generación, transmisión y distribución
- Costos de operación y mantenimiento de los equipos del sistema.
- Costo de energía eléctrica considerable en gastos del usuario.
- Participación de pequeñas y medianas empresas locales en el negocio de generación de energía eléctrica.

**Ambiental:**

- Emisión de contaminantes a la atmosfera con energías convencionales.
- Impacto visual y aceptación social por afectaciones a sus posesiones territoriales.

**Social:**

- Brechas sociales por el abastecimiento de energía eléctrica a lugares aislados y recónditos.

**1.2.1. Problema general**

El problema general que se busca resolver, fue mediante la siguiente pregunta general:

- ¿Cómo se desarrollaría la implementación de la generación distribuida en el aspecto técnico y económico en zonas rurales y urbanas de la región Puno y que aporte se daría para su reglamentación en el Perú?



### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Qué aspectos técnicos se consideraría para la implementación de la generación distribuida en la región de Puno?
- ¿Qué impacto económico causaría al implementar la generación distribuida en la región de Puno?
- ¿Qué aporte al marco normativo peruano podríamos brindar de acuerdo a la información técnica y económica referido a la generación distribuida?

## **1.3. HIPÓTESIS**

### **1.3.1. Hipótesis general**

La generación distribuida es viable para los usuarios en zonas rurales y urbanas de la región Puno, existe una oportunidad debido al potencial eléctrico fotovoltaico, es económicamente rentable y se generó propuestas para la normativa en el Perú.

### **1.3.2. Hipótesis específicas**

- El estudio técnico es viable para la región Puno debido al potencial eléctrico fotovoltaico y la implementación de módulos con generación distribuida.
- Existe rentabilidad para los usuarios al implementar generación distribuida, debido a la generación eléctrica para autoconsumo y por los excedentes de energía vendidos al sistema.
- Hubo un aporte al marco normativo con aspectos regulatorios esenciales e importantes que ya son aplicadas a otras realidades internacionales.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación se justifica mediante los siguientes aspectos, técnicos, económicos, normativa, social, medio ambiental y académica.



#### **1.4.1. Justificación técnica**

- a. Reducir las pérdidas de energía eléctrica en la red de distribución y transmisión, aumentando la confiabilidad del suministro de energía eléctrica y reduciendo la posibilidad de fallas.
- b. Para respaldar la demanda de electricidad durante las horas pico y en los programas de gestión de la demanda, se utilizará generación distribuida para estabilizar el sistema.
- c. Mejorar la calidad de la onda eléctrica, conveniente por la ubicación y por las características de la energía a introducir a la red.
- d. Participación de la generación distribuida como suministro de reserva para la energía requerida del sistema y conlleva a la estabilidad del SEIN, también funciona para inyectar y consumir la potencia reactiva lo que dará estabilidad a la tensión.

#### **1.4.2. Justificación económica**

- a. Reducción de los costos de infraestructura en distribución, operaciones, mantenimiento que influirán favorablemente el aspecto económico del suministrador de energía eléctrica.
- b. Reducción de los costos de combustible debido al aumento de la eficiencia en el sistema, para la cogeneración utilizando el calor residual para calefacción o refrigeración o aumentando su eficiencia al producir más energía eléctrica, ahorrando la energía primaria.
- c. Seguridad y fiabilidad para las cargas críticas debido al aumento de la calidad de la onda eléctrica.



- d. Incremento de participación de empresas locales en el negocio de generación de energía, una buena oportunidad debido a la gran participación de empresas extranjeras en los principales proyectos de generación a escala convencional.
- e. La generación distribuida conlleva menores costos de energía al usuario, porque que se ahorrará con autogeneración la energía en lugar de comprarla del sistema y a la vez poder venderla como excedente.

#### **1.4.3. Justificación social**

- a. Los usuarios de la región Puno tendrán más opciones para poder cubrir su demanda energética, en este caso la generación distribuida como alternativa atractiva y económica, con un periodo de mediano plazo para recuperación de su inversión y poder participar en la venta de energía al sistema.
- b. Cierre de brechas sociales vinculadas con el acceso a energía eléctrica, cubrir con Generación Distribuida los lugares aislados y realmente puede llegar a ser una herramienta de desarrollo muy importante para muchos puneños.

#### **1.4.4. Justificación ambiental**

- a. Reduce las emisiones contaminantes a la atmósfera y llega como reemplazo para la generación con combustible fósiles, por generación limpia.
- b. Reducción de impacto visual, mejor aceptación social y menores inversiones que afecten directamente sus posesiones territoriales.



#### **1.4.5. Justificación académica**

La presente investigación será un referente para futuras investigaciones relacionadas con generación distribuida, dando énfasis a los aspectos técnicos, económicos y también un aporte a la propuesta de normativa para la implementación de la generación distribuida del Perú.

### **1.5. OBJETIVO**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Analizar la viabilidad de la generación distribuida en zonas rurales y urbanas de la región Puno, para la reglamentación e implementación de este tipo de tecnología en el Perú.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar el estudio técnico para la implementación de la generación distribuida en la región de Puno.
- Analizar el impacto económico que conllevaría implementar la generación distribuida en la región de Puno.
- Evaluar la información técnica y económica de la generación distribuida para un aporte al marco normativo peruano.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedente nacional

Ramos (2020), en su artículo de investigación “Generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación”, indica que la generación distribuida no direccionada es incentivada por un gran monto de leyes en establecimientos energéticos contemporáneos, casi en la mayoría de los países de América Latina en que ha prosperado, debido a que produce muchos beneficios importantes para el sistema. Concluye que las vivencias extranjeras indican una correcta distribución en el sistema eléctrico reduciendo pérdidas e inversiones.

Osinergmin (2018), en la “Generación distribuida: marco normativo comparado para Perú, Chile, Colombia y México”, en donde se establece que la generación de distribución se caracteriza por conexiones directas entre las redes de generación y distribución, y que demuestra que el uso de las redes de transmisión disminuye. Esta medida puede optar tres mecanismos: autoconsumo, medición neta y tarificación neta. Sin embargo, en los dos últimos mecanismos, los sistemas de medición bidireccional permiten a los productores aprovechar los excedentes generados y suministrarlos a la red de distribución. Actualmente en el Perú existe una propuesta estándar para distinguir entre micro generación distribuida y mediana generación distribuida. Concluye que el estado peruano tiene la capacidad de maximizar el generador distribuido.

Matos y Vargas (2019), en el artículo “La generación distribuida como una manera de acceder al autoconsumo eléctrico a menor escala”, tiene como propósito analizar cuál es el impacto del mecanismo de la generación distribuida en el consumidor, que estimula a transformarse en un sujeto operante. Empleando este mecanismo se



lograría proveer de energía eléctrica mediante la autoproducción a la vez que la generación distribuida para el autoconsumo perfeccionaría el derecho de los consumidores de tener acceso a lo que es el servicio público de electricidad. El hecho de instalar un panel fotovoltaico transformaría la vida de los pobladores que no contaban con el suministro eléctrico o lo tenían, pero en pésimas condiciones. De esta manera, el derecho a la vida que es un derecho constitucional fundamental también se vería optimizado.

Gonzales (2019), nos habla en su artículo “Marco normativo para la generación distribuida en el Perú”, mencionando que en el caso de Perú, esta normativa no fue aprobada hasta la fecha por lo que resulta importante analizar los aspectos principales de la propuesta del MINEM, en vista de las lecciones aprendidas recogidas en la normativa de diversos países de Latinoamérica, para que de ese modo, se dé el impulso a las energías no convencionales como es el caso de la energía solar. Hablando de nuestro territorio, este cuenta con un gran potencial e iría en constante crecimiento y también sería favorable para nuestro medio ambiente y desarrollo sostenible. Gonzales concluye mencionando que la prosperidad de las energías renovables ha logrado que todos los países de Latinoamérica evalúen que marco normativo de Generación distribuida se adaptaría satisfactoriamente a su contexto. En el caso del Perú a través del MINEM, ha publicado el proyecto de Reglamento de Generación Distribuida, para recibir sugerencias de los sectores que se hallan implicados y así se pueda finalizar con un marco regulatorio definitivo de la generación distribuida en el Perú.

Calonge (2022), en su investigación “Regulación de la generación distribuida en el Perú”, plantea que el objetivo es cerciorarse de que los sistemas de energía se desenvuelvan sobre la base de la generación de menor costo, además de anular los riesgos a una Generación Distribuida eficiente y analizar si es que un incremento en el precio de



la energía puede acrecentar la. De esta manera, se concluye que, en nuestro país, considerarse las sugerencias y estímulos, con el propósito de alcanzar el objetivo de descentralizar la generación de energía. De igual forma, se debe reconocer lo crucial que es este tipo de esquema y valorar la necesidad de seguir con la regulación de la Generación Distribuida en el Perú.

Cóndor (2020), en esta tesis: “Generación distribuida con energías renovables en Perú”, se plasma el objetivo de elaborar de forma más genérica una serie de propuestas que guíen y prioricen la generación distribuida, la cual se logrará con la utilización de energías renovables que en consecuencia harán más competitivo el sector energético, también hará posible un crecimiento económico de aspecto sostenible en el Perú. Concluyendo que, la generación de energías convencionales (centrales eléctricas), se ubican distantes de los propios focos de consumos (zonas urbanas y periféricas), lo que genera un porcentaje de pérdidas de un 4% a 19% en el ámbito de transmisión, distribución y robo, lo cual va condicionado por la tensión de la red y las tarifas según región en el país. Todo ello ayuda a que dicha generación distribuida pueda minimizar las pérdidas técnicas por su localización y cercanía a los centros de consumo.

Novum Solar (2021), en la propuesta sobre la Generación solar distribuida en el Perú, dice que necesitamos introducir un proceso para registrar las plantas de generación distribuida ante las empresas distribuidoras; requisitos técnicos, aprobación de la conexión y finalmente certificación y aprobación antes de la puesta en servicio y los complementa hasta la aprobación del reglamento sobre generación descentralizada, que se presentó para comentarios en octubre de 2018 con la publicación de un proyecto de reglamento, pero luego quedó en suspenso. Se propone compartir información, conocimiento y promover las energías renovables y las investigaciones sobre generación distribuida que aporten en su implementación.



Yaurivilca (2021), en la tesis de “Micro generación distribuida fotovoltaica para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca-2021”, donde tiene como objetivo disminuir la caída de tensión en los usuarios del servicio eléctrico en los postes de fin de línea del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación de Chupaca 2021. Concluyendo que se cumplió con el objetivo de disminuir la caída de tensión en los agentes que perciben el servicio, aledaños a los postes de fin de línea del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de dicha subestación, consecuentemente del establecimiento de la micro generación distribuida, esto suscitado por una disminución en el flujo de corriente por la red, pero teniendo en cuenta que si la potencia que se genera es superior, llega a generar pérdidas a causa del efecto térmico en los conductores.

Osinergmin (2019), en la revista sobre “Energías renovables: Experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética”, habla de la generación distribuida que supone un cambio en la organización tradicional del sistema eléctrico peruano. La generación que suele ser a gran escala y ubicada lejos del centro de consumo, pasa a ser de pequeña escala y se ubica en el área de distribución. De esta forma, hogares, industrias o pequeños negocios son capaces de generar su propia energía a través de paneles solares o pequeñas turbinas eólicas. Incluso pueden reinyectar la energía no utilizada a la red y venderla a empresas distribuidoras. Así, los consumidores comenzaron a jugar un papel activo en la generación de energía, por lo que ahora se les llama "prosumidores". Por ello, la generación distribuida también se conoce como generación in situ o descentralizada, en contraposición al sistema de generación centralizada convencional.



## **2.1.2. Antecedente América latina**

### **2.1.2.1. Argentina**

En Argentina el Artículo 2° de la Ley nacional N°27.424: Declara de interés nacional la generación distribuida a partir de fuentes renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de excedentes de energía eléctrica a la red de distribución. Teniendo como objetivo principal la reducción de pérdidas en el sistema interconectado, reducción de costos para el sistema eléctrico en su conjunto, la protección ambiental y de los derechos de los usuarios.

Sumado a ello el objetivo de su Decreto Reglamentario N°986/2018, alcanzar la instalación de un total de 1.000 MW de capacidad para el 2030 a partir de la instalación equipos de generación distribuida en hogares, edificios, microempresas e industria.

### **2.1.2.2. Brasil**

En Brasil, para promover la generación distribuida, a partir del 17 de abril de 2012, en virtud del Reglamento ANEEL 482/2012, los consumidores brasileños pueden generar su propia electricidad a partir de fuentes renovables, la cogeneración e incluso proporcionar electricidad excedentaria abasteciendo el sistema de distribución de la red local. Este tipo de pequeña generación distribuida se denomina micro y pequeña generación distribuida.

También existe una resolución normativa ANEEL 687 que incluye el concepto de "generación compartida", que se caracteriza por la asociación de consumidores en una misma área de franquicia a través de una sola corporación o cooperativa, que tiene una unidad de consumo con micro generación o minigeneración distribuida en un lugar diferente al de las unidades de consumo, donde se compensará el exceso de energía.



### **2.1.2.3. Bolivia**

En Bolivia, se promulga el Decreto Supremo Nro. 4477 - Generación Distribuida en Bolivia el 24 de marzo de 2021, dentro de ello la reglamentación de este DS el 2 de julio de 2021, que consiste en los procedimientos técnicos, administrativos y de retribución para que cualquier boliviana y boliviano pueda instalar pequeñas plantas generadoras de electricidad con recursos renovables teniendo en consideración la mayor parte, instalación de paneles solares en los techos de las viviendas.

Para la sostenibilidad de esta normativa la actividad importante es el apoyo en la digitalización de los procesos de registro y reporte mensual, que se describen en la resolución normativa de AETN N° 346/2021 que indica el procedimiento para la “Recolección y remisión de información al ente regulador de los generadores distribuidos”. La asistencia técnica consistió en la implementación de una aplicación web, para el control de los nuevos usuarios de Generación Distribuida por parte de las distribuidoras tomando en cuenta aspectos técnico-económicos.

### **2.1.2.4. Chile**

En Chile, el 22 de octubre del año 2014 entró en vigencia la Ley 20.571, que permite a los clientes regulados del sistema de distribución eléctrica que dispongan de medios de generación renovable no convencionales o cogeneración eficiente, inyectar a la red de distribución sus excedentes y ser remunerados por dichos aportes.

Los proyectos sin inyecciones de energía en la red en Chile se rigen bajo la Norma Técnica Eléctrica N°4, por ejemplo, en consumidores con un consumo base de electricidad elevado. También como proyectos pequeños de (< 100 kW) de clientes regulados de las empresas distribuidoras (Ley 20.571 y DS 71/2014 – 103/2016) y los proyectos con excedentes que se inyectan en la red y de capacidad superior a 100 kW (DS 244/2005): Pequeños medios de generación distribuidos (PMGD).



### **2.1.2.5. Colombia**

En Colombia, se aprueba la Resolución Creg030 de 2018 sobre autogeneración a pequeña escala de hasta 100 kW, la de sistemas fotovoltaicos y de renovables de una potencia entre 100 kW y 1 MW y sobre generación distribuida, la cual define un mecanismo fácil y sencillo para que los usuarios residenciales de todos los estratos, así como los comerciales y pequeños industriales, produzcan energía para cubrir sus propias necesidades y puedan vender los excedentes al sistema interconectado.

La resolución define la reglamentación para la conexión, para la comercialización de los excedentes de energía excedentaria y los tiempos de respuesta de los que dispone el distribuidor para trámites de conexión. También define las obligaciones de publicar la información respecto a la disponibilidad de los circuitos para la conexión, complementa significativamente al marco de Ley 1715 de 2014 sobre fuentes no convencionales de energía renovable, pues ahora el usuario que desee generar energía, además de venderla también podrá ahorrar en la factura.

### **2.1.2.6. Paraguay**

En Paraguay, la política energética de dicho país tiene un plan de acción para el desarrollo de una Normativa sobre Generación Distribuida que pertenece al subsector bioenergía y fuentes alternativas.

### **2.1.2.7. Ecuador**

En Ecuador, el 16 de enero de 2015, en el Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 418, fue publicada la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. En su artículo 2, numeral 5 y 6 se establece el desarrollo de mecanismos que incentiven el aprovechamiento técnico y económico de recursos energéticos, especialmente las fuentes renovables, así como formular políticas de eficiencia energética a ser cumplidas por las



personas naturales y jurídicas que usen la energía o provean bienes y servicios relacionados, favoreciendo la protección del ambiente.

Posterior a ello en el artículo 3, numeral 5 se expone la definición del auto generador como la persona jurídica dedicada a una actividad productiva o comercial, cuya generación eléctrica se destina al abastecimiento de su demanda, pudiendo, eventualmente, producir excedentes de generación que pueden ser puestos a disposición de la demanda. Sin embargo, el legislador se queda corto y no es capaz de apreciar el papel que en este sentido puede jugar la persona natural.

La normativa ecuatoriana tiene ciertos vacíos que requieren que se realice una reforma integral al marco regulatorio energético establecido en dicho País, observando otorgar la suficiente flexibilidad y autonomía regulatoria a los territorios, de manera que puedan dar respuesta legal al adecuado aprovechamiento de las fuentes renovables en el modo de la GD.

### **2.1.3. Antecedente mundial**

En el Reino Unido según Strbac y Goran (2006) menciona que, hasta hace poco, “la generación distribuida solía pagar tarifas de conexión profundas, y el coste de refuerzo de la red incurrido por la conexión se recuperaba mediante una tarifa inicial única. Dado que las tarifas de conexión profunda pueden ser muy significativas, se sugirió que esto puede estar impidiendo que la generación distribuida entre en el mercado. A la luz de esto, el regulador británico, Ofgem, afirmó que, a largo plazo, la generación distribuida debería hacer frente a cargos menos elevados por conexión al sistema”

Zhao, et al. (2013), el acceso de la GD a la red de distribución en China genera un flujo bidireccional en la red. Por lo tanto, cuando la penetración de los GD representa una proporción excesiva de la capacidad de alimentación, los GD tendrán una influencia significativa en la estabilidad de la red y la eficiencia energética debido a su variabilidad



e intermitencia. Sin embargo, la respuesta a la demanda podría atenuar la inestabilidad de los GD. Una determinada combinación de RD con GD podría mejorar el rendimiento del sistema.

Jing, et al. (2019), el desarrollo de la generación distribuida (GD) implica muchos aspectos, como la fabricación, el desarrollo y la construcción de equipos, la operación conectada a la red, el entorno de políticas, etc. y está influenciado por muchos factores, como políticas y regulaciones, reglas de administración, modelos comerciales, entre otros, la interacción de estos aspectos y factores, es difícil obtener una evaluación completa, científica y precisa de tendencia de desarrollo de GD en China.

En Estados Unidos, la generación distribuida recibió un gran impulso con la Energy de 2005 y con la ley llegó un amplio estudio del potencial de la generación distribuida en Estados Unidos. Los operadores de los sistemas de transmisión y distribución deben centrarse en las barreras que se presentan y estudiar formas no sólo de eliminarlas, sino también de fomentar la implantación de una generación distribuida altamente eficiente y limpia.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Sistema interconectado nacional**

El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional del Perú (SEIN) es el conjunto de líneas de transmisión y subestaciones interconectadas y sus respectivos centros de distribución de carga que permiten la transferencia de energía eléctrica entre los diversos sistemas de generación eléctrica del país. Recientemente se han puesto en marcha centrales fotovoltaicas, hidroeléctricas y eólicas, clasificadas como centrales de fuentes de Energía Renovable (RER), ya que el gobierno peruano fomenta un mayor uso de recursos renovables (MINEM, 2011).



### **2.2.2. Sistema eléctrico de distribución en la región de Puno**

El sistema de distribución eléctrica es un conjunto de instalaciones eléctricas diseñado y debidamente instalado con dimensiones capaces de recibir energía desde la subestación de distribución hasta la entrega de la energía a la subestación clientes o usuarios finales, tanto en baja como en media tensión (CNE, 2011).

La empresa Electro Puno se dedica a la distribución, transmisión y generación de energía eléctrica. El área de concesión es el departamento de Puno, atiende a más de 228.000 clientes y posee más de 139 km de líneas de subtransmisión de 60 kV. Electro Puno es una empresa pública de derecho privado controlada por el estado a través de FONAFE (ELECTRO PUNO, 2020).

### **2.2.3. Smart grid**

La Smart Grid o red inteligente es la inclusión de la ingeniería eléctrica con las tecnologías actuales como la información y la comunicación. Lo definiremos como un sistema de redes de distribución eléctrica que integra tecnología digital para cubrir las necesidades existentes con la máxima eficiencia energética (REPSOL, 2022).

El sistema SG es bidireccional, transmite electricidad en ambas direcciones. En este sentido tanto los hogares como las empresas pueden convertirse tanto en consumidores como en pequeños productores de electricidad.

El potencial del sistema eléctrico de red inteligente radica en su capacidad para comunicar y controlar el consumo. La implementación de un sistema informático automatizado reacciona ante las fluctuaciones en la producción de energía eléctrica.

### **2.2.4. Micro generación eléctrica**

La micro generación consiste en pequeños generadores distribuidos por toda la ciudad, en un edificio o en un lugar público como un poste de luz.



Se trata de un sistema cooperativo con grandes centrales eléctricas que hace que las ciudades sean más autosuficientes y menos dependientes de los grandes países para el suministro de electricidad. También está diseñado para la instalación de fuentes de energía renovables (ENDESA, 2015).

#### **2.2.5. Microred**

Conjunto de factores que incluyen micro generación, sistema de almacenamiento, carga y control inteligente capaz de trabajar conectado a la red o aislado.

#### **2.2.6. Marco normativo**

Un marco legal es un conjunto de leyes, normas, decretos, resoluciones, etc., que es de carácter obligatorio o designativo que rige las actividades de un país, estado u organización.

#### **2.2.7. Medidor bidireccional**

Un medidor bidireccional es un dispositivo cuya función es contabilizar la electricidad que consumes por parte del sistema y también para registrar la energía que produces con tu sistema renovable.

#### **2.2.8. Calidad y certificación de paneles solares fotovoltaicos**

La calidad de los paneles solares fotovoltaicos depende de una rigurosa evaluación a las placas solares como pruebas de degradación inducida por potencia, degradación inducida por luz, ciclado térmico y de calor húmedo entre otros, verificados por máquinas de medición especializadas, en el Perú no se cuenta con una certificación o una institución especializada en este rubro y se necesitaría para la promoción de la tecnología de generación distribuida una regulación de este tema.

#### **2.2.9. Mantenimiento de los paneles fotovoltaicos**

Se debe comprobar y revisar en la instalación el buen estado de los elementos del panel y también realizar mediciones sobre la energía que está generando periódicamente,



dentro de los más comunes podemos encontrar la limpieza de los paneles, la sustitución de elementos defectuosos, revisar la instalación general y hacer una revisión del sistema de generación.

Generalmente el precio de mantenimiento de los paneles solares es muy económico, pero esto también dependerá del estado actual de los paneles solares y el buen cuidado de este por los usuarios.

#### **2.2.10. Tipos de mantenimiento en paneles solares**

El mantenimiento en los paneles fotovoltaicos es fundamental para que la vida útil de este, sea mayor. Consideramos dos tipos de mantenimiento para los paneles solares:

- a. Correctivo:** Cuando el panel sufre alguna falla ya sea a pérdidas o a una nula generación de energía y se interviene cambiando componentes del módulo, piezas, estructuras y entre otros.
- b. Preventivo:** Este mantenimiento tiene como objetivo revisar el estado en el que están los componentes del sistema, verificando así que todo funcione y evitar el mantenimiento correctivo.

#### **2.2.11. Autoconsumo de energía eléctrica**

El autoconsumo de electricidad permite a cualquier persona o empresa generar electricidad renovable para su autoconsumo mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos u otros sistemas de generación de energía renovable en su casa, jardín o comunidad de vecinos (IBERDROLA, 2021).



### 2.2.12. Generación distribuida

La generación distribuida fue definida durante el tiempo de diferentes maneras por varias organizaciones e instituciones a nivel mundial y local, como el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (OSINERGMIN), Normativas del estado peruano, Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y entre otros.

La IEEE define "Generación distribuida" como activos de generación de energía que están conectados al sistema eléctrico a través de un punto de conexión común como un subconjunto de fuentes distribuidas.

Según la Ley N° 28832 en el Perú, ha definido a la Generación Distribuida como una instalación de generación con capacidad no mayor a la señalada en el reglamento conectada directamente a las redes de un concesionario de distribución eléctrica. Incluye también la definición de Generador como el titular de una concesión o autorización de generación. En la generación se incluye la cogeneración y la generación distribuida.

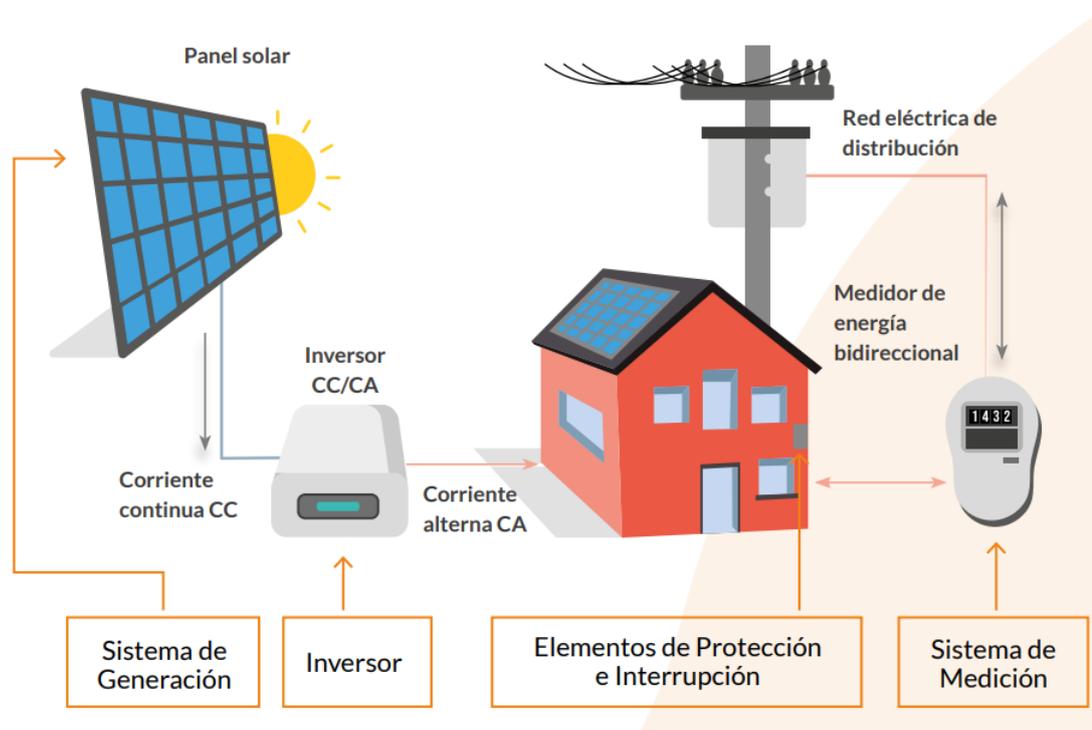
En el Proyecto de Reglamento de Generación distribuida del Perú define la generación distribuida como aquella unidad de generación conectada directamente a la red de distribución. En esta propone dos subdivisiones:

1. Mediana generación distribuida, que refiere a la instalación con capacidad mayor a 200 kW y menor o igual a 10 MW, que se conecta a la red de distribución de media tensión.
2. Micro generación Distribuida, que refiere a la instalación de titularidad de un usuario del servicio público de electricidad que se conecta a la Red de Distribución en Baja Tensión o Media Tensión.

Según la Energy Information Administration (EIA), la generación distribuida implica sistemas fuera de la red, que a menudo están dispersos y ubicados en áreas remotas, lo que hace que la conexión sea económicamente costosa para conectarse.

En resumen, la generación distribuida se define de acuerdo al contexto y país en el que se implemente bajo reglamentos y normativas, en la presente investigación definiremos la generación distribuida como un tipo de producción de electricidad mediante muchas fuentes de generación pequeñas que son instaladas cerca del punto de consumo y basada en la cooperación entre la micro generación y la producción de energía de centrales convencionales.

Un sistema GD, consta de un generador procedente de fuentes renovables como la solar o eólica y un dispositivo para conectarse a la red, como un inversor, que convierte la corriente continua en corriente alterna, una conexión a la red con un medidor bidireccional que pueden instalarse desde industrias hasta hogares, los cuales generaran en su beneficio un ahorro económico en la factura del servicio eléctrico. (Cóndor, 2020)



**Figura 1:** Características técnicas mínimas de la generación distribuida

**Fuente:** Programa de Energías Renovables (PEERR) – Bolivia

### **Beneficios de la generación distribuida:**

Según la comisión nacional para el uso eficiente de la energía de México, menciona que la GD proporciona beneficios a los usuarios y al sistema eléctrico:

#### **a. Beneficios para los usuarios:**

Incremento en la confiabilidad, uso eficiente de la energía, aumento en la calidad de la energía, menor costo de la energía en horas pico principalmente, reducción del número de interrupciones, uso de energías renovables y la disminución de emisiones contaminantes.

#### **b. Beneficios para el suministrador:**

Reducción de pérdidas en transmisión y distribución, libera capacidad del sistema, abasto en zonas remotas, mayor regulación de tensión, proporciona mayor control de energía reactiva, disminución de inversión, menor saturación y reducción del índice de fallas.

### **Límites de potencia para la generación distribuida**

Existe una inconsistencia en los criterios a la hora de fijar el límite de potencia para GD según el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) establece límites que van desde 1 kW hasta decenas de MW. En España, el régimen especial implica la restricción potencia máxima 50 MW. En el Reino Unido, esto amplía el rango de potencia a 100 MW, limitando la potencia máxima a 10 MW para instalaciones basadas en fuentes de energía renovable.

En América Latina la Resolución N°314/2018 SGE de Argentina propone una categorización por unidad de generación instalada como la UGpe como equipo de GD hasta 3 kW, en baja tensión. La UGme como equipo de GD > 3 kW y hasta 300 kW, en baja y media tensión y la UGma como equipo de GD > 300 kW y hasta 2 MW, en baja y



media tensión. Considerando la potencia de conexión hasta la potencia contratada para la demanda y con una capacidad máxima de 2 MW.

### **Tipo de operación de la generación distribuida**

- a. **Aislado, sin posibilidades para conectarse al sistema.** Si la unidad de generación eléctrica opera en una zona alejada de la red de transmisión o distribución de electricidad, como por ejemplo en una zona selvática.
- b. **Aislada, con posibilidad de conectar cargas de generación distribuida al sistema, pero no ambas en paralelo.** Esto puede ocurrir de acuerdo con las condiciones de operación del sistema eléctrico, como en el caso de un corte de energía programado o en el caso de un corte de energía intempestivo y es necesario para suministrar energía a una población esencial, o puede ser posible para dar continuidad y mantener los indicadores de calidad del suministro.
- c. **Interconectado al sistema, pero sin exportación de energía.** Este modo de operación se aplica a centrales eléctricas con bajos costos de operación, la potencia generada es menor a la carga conectada a la red.
- d. **Interconectado a sistemas y flujo de energía bidireccional.** El modo de funcionamiento es el mismo que el anterior, pero en este caso la potencia de salida es superior a la carga de la red, en forma continua o solo en horas fuera de pico cuando la demanda es baja.

### **Impacto de la generación distribuida en el sistema eléctrico interconectado nacional**

#### **a. Impacto de la generación distribuida en la planificación y diseño**

Actualmente el Perú no dispone de una normatividad en generación distribuida, es por ello que se hace complicado brindar lineamientos de planificación y diseño, pero las empresas distribuidoras fijan criterios como protección sobre instalaciones que se conectan a la red y la compatibilidad con las protecciones del sistema.



### **b. Impacto de la generación distribuida en la operación**

Este impacto depende del modo de funcionamiento de la generación distribuida, este aspecto determina la explotación máxima de la red, busca la mejor solución de compromiso teniendo en cuenta:

- Continuidad en el suministro
- Niveles de tensión
- Minimización de pérdidas
- Sobrecargas.
- Tiempos de reposición

### **c. Impacto de la generación distribuida en las potencias de cortocircuito**

La potencia de cortocircuito es el valor máximo de la potencia que la red puede proporcionar a una instalación durante una falla. Expresado en MVA o kVA para voltaje de operación especificado.

Las fuentes de cortocircuito que encontramos son las siguientes:

- La red eléctrica que abastece a la red de distribución, en el caso de Perú, es el SEIN.
- Generadores, conectando generadores distribuidos a una red de distribución.
- Retornos de energía de máquinas rotativas como motores o de la red mediante transformadores MT a MT o MT a BT, considerando que exista una fuente de energía al otro lado.

La contribución del GD a la corriente de cortocircuito depende directamente de configuración de la red, ubicación de la GD, impedancias de sus componentes como los cables, transformadores, líneas, motores y cualquier componente que lleve corriente



cortocircuito. En el tema técnico la potencia de corto circuito producida por la GD no es significativo y puede ser un problema fácil de resolver.

**d. Impacto de la generación distribuida en los servicios complementarios**

Los servicios complementarios son servicios que se relacionan con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, según sea necesario para garantizar la seguridad y calidad del suministro. Tenemos los servicios complementarios:

- Control de frecuencia: encendido.
- Control de Voltaje – Potencia reactiva.
- Arranque autónomo y opera en modo aislado.

**e. Impacto de la Generación Distribuida en la compra de electricidad por parte de las empresas distribuidoras**

La empresa distribuidora en este caso ELPD, como una de las direcciones principales de su actividad, es la compra de la energía consumida por los clientes libres y regulados. Contando con la generación distribuida debe tener en cuenta el costo de la energía comprada, aunque esto dependerá en gran medida de la capacidad instalada de la GD y también de la futura normatividad y regulación que brinde sobre la generación distribuida en el Perú. En la octava disposición complementaria final de la Ley N° 28832 menciona que el uso de las redes de distribución pagando únicamente el costo incremental incurrido.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación corresponde a la metodología de investigación de tipo cuantitativa, metodología no experimental y con un enfoque predictivo, de acuerdo a lo planteado en la presente propuesta se determinó como enfoque de investigación cuantitativo y tipo descriptivo según los objetivos planteados. (Hernández et al., 2014)

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El lugar de estudio se desarrollará en la región de Puno cuyo responsable es Electro Puno S.A.A. que tiene como área de concesión a todo el departamento.

La zona de estudio serán sectores rurales y urbanos de la región Puno, se tomará como muestra el consumo eléctrico de diferentes sectores de acuerdo al pliego tarifario que presenta ELECTRO PUNO S.A.A.

#### 3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El periodo de estudio de la presente investigación es durante el periodo del año 2022.

#### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población para el presente estudio serán los usuarios de la región Puno y la muestra tomada pertenece a los sectores de Puno – Puno baja densidad por el consumo alto de los clientes, Azángaro – Azángaro Rural por el consumo medio de los clientes y Ayaviri por el consumo más bajo de los sectores, todos ellos ubicados en zonas rurales y urbanas de la región Puno, despreciamos los sectores del sistema eléctrico donde existen cargas variables por el sector minero y sector industrial, se tomará el tipo de tarifa para suministro en baja tensión BT5B, tomando en consideración el promedio mensual de consumo por usuario por sectores de la concesión de ELPUNO.

### 3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

Este trabajo de investigación se desarrolló siguiendo un protocolo de aplicación de la estadística descriptiva, para cada una de las principales variables e indicadores vigentes para cada uno de los objetivos planteados, en el cual se obtiene la información recolectando y analizando los datos antes de su organización y tabulación.

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Impacto Técnico</b>	Usuarios	Módulo confiable	Recopilación de datos
		Uso de potencial eléctrico fotovoltaico	
		Autoconsumo de energía	
<b>Impacto Económico</b>	Usuarios	Rentabilidad por generación de energía	Tabulación de datos
		Participación en el mercado eléctrico	
		Reducción de costos de mantenimiento	
<b>Aporte a la Normativa</b>	Reglamentación de la Generación Distribuida	Actores	Recopilación de datos
		Operación	
		Comercialización de energía	



---

Promoción de la  
generación distribuida

---

Elaboración propia

### **3.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

El análisis de los resultados de este estudio se desarrolló de acuerdo a los objetivos expuestos y se realizó el tratamiento general que se muestra a continuación:

- a) Se efectuó un estudio del potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno y se procedió a realizar la cotización de módulos de generación fotovoltaica más adecuado para el estudio.
- b) Se realizaron con estos módulos un análisis económico que involucra, viabilidad y rentabilidad de la implementación de la generación distribuida.
- c) Se realizó bajo estos resultados y el análisis de normativas extranjeras un aporte para la futura normativa peruana con generación distribuida.

#### **3.6.1. Análisis del potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno**

Se efectuó un análisis de estadística descriptiva para la zona de estudio en este caso toda la región de Puno, utilizando la base de datos de la página de Global Solar Atlas: <https://globalsolaratlas.info/map>, se extrajo información para su procesamiento en el análisis económico. También se consideró dentro de los datos la distribución de la potencia fotovoltaica específica, la estadística de la potencia fotovoltaica específica y la función de la distribución acumulativa de la potencia fotovoltaica específica en la región de Puno.

#### **3.6.2. Análisis del rendimiento de los módulos**

Se realizó un análisis del potencial eléctrico por cada módulo de los tres con diferentes potencias que se escogieron, se extrajo la producción en invierno Kwh/mes, la



producción promedio Kwh/mes y la producción en Verano Kwh/mes, datos del fabricante expedidos por la empresa Solar Modul.

### **3.6.3. Análisis de rentabilidad al implementar la generación distribuida**

Se realizó el análisis económico mediante cálculos de costo y beneficio por 25 años de vida útil del módulo fotovoltaico, para ello se tomó en consideración tres sectores de la región de Puno; Puno – Puno baja densidad por el consumo alto de los clientes, Azángaro – Azángaro Rural por el consumo medio de los clientes y Ayaviri por el consumo más bajo de los sectores, procesamiento de datos bajo el tipo de tarifa BT5B de ELECTRO PUNO S.A.A. en el mes de noviembre del 2022, siendo el más global posible dentro de los usuarios de la región.

### **3.6.4. Análisis de los excedentes de energía por generación distribuida**

Se hizo un análisis de la energía excedente de la generación mensual y anual en todos los sectores de estudio por el módulo que se eligió, lo cual resulta de la diferencia entre la generación y el consumo de energía por usuario, dicho resultado con el costo marginal mínimo por barra considerado para el mes de noviembre del 2022 dará como producto el costo de la venta de energía al sistema.

### **3.6.5. Análisis de viabilidad al implementar la generación distribuida**

Se analizó los indicadores del VAN y el TIR con una tasa de descuento del 10%, se analizó la estadística sobre la viabilidad y las ganancias actuales que podrían generar la implementación de la generación distribuida en la región de Puno por sector.

### **3.6.6. Aporte a la normativa peruana**

Se ha realizado un análisis a la normativa internacional y se observó las necesidades del sistema eléctrico nacional para la implementación de la generación distribuida, teniendo diferentes consideraciones importantes en el tema técnico y actores que intervendrán al ser aprobada esta propuesta de reglamento.

## CAPÍTULO IV

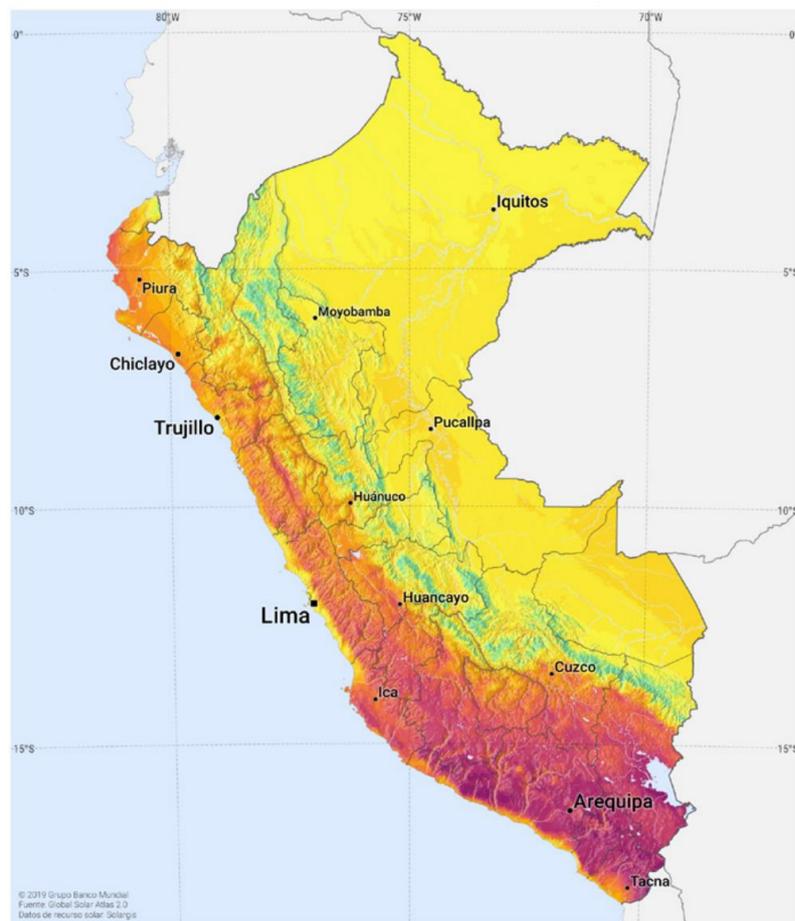
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANÁLISIS TÉCNICO

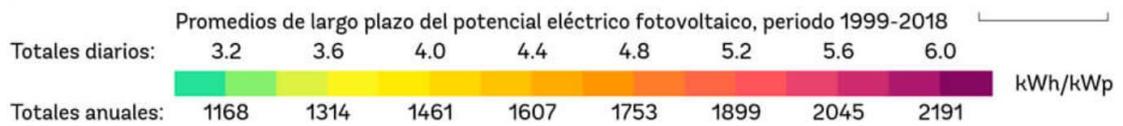
En el Perú existe un gran potencial eléctrico fotovoltaico que ayuda a dar la buena pro del desarrollo de la tecnología GD, según el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra con un gran potencial eléctrico que se encuentra cerca de 5.5 a 6.5 kWh/m<sup>2</sup>; 5.0 a 6.0 kWh/m<sup>2</sup> en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 kWh/m<sup>2</sup>.

##### 4.1.1. Potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú

A continuación, mostraré el Mapa del potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú.



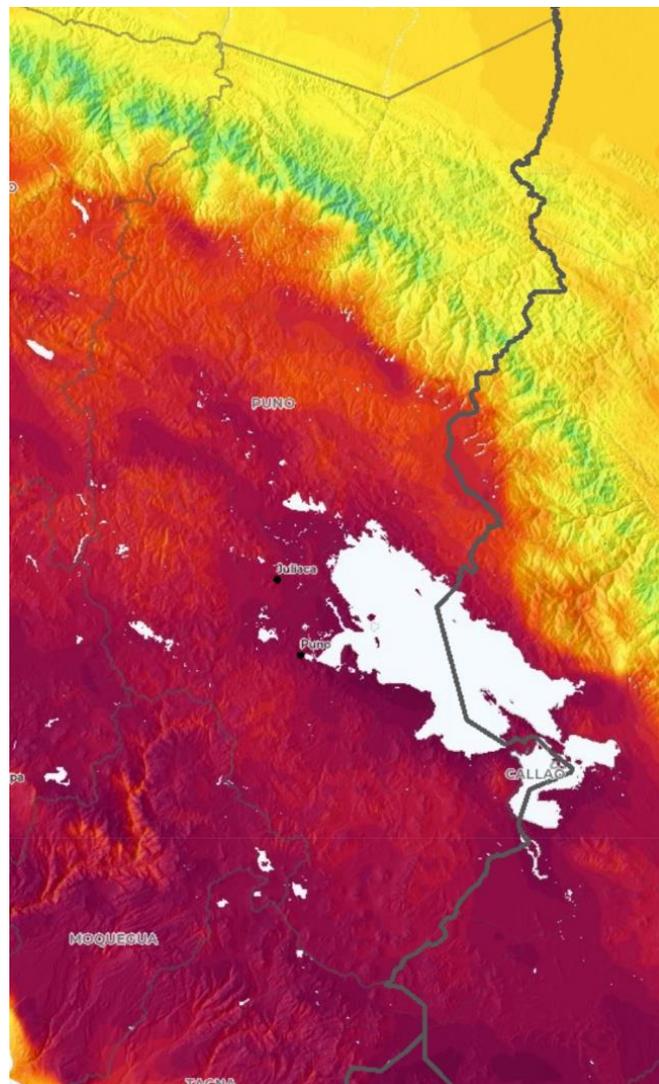
**Figura 2:** Mapa del potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú  
**Fuente.** Global solar atlas



**Figura 3:** Promedios de largo plazo del potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú  
**Fuente:** Solar modul

#### 4.1.2. Potencial eléctrico fotovoltaico en Puno

Existe en la región Puno un gran potencial eléctrico fotovoltaico para proceder a utilizar de una manera óptima este tipo de energía renovable no convencional para la instalación en zonas rurales y urbanas de la región Puno:

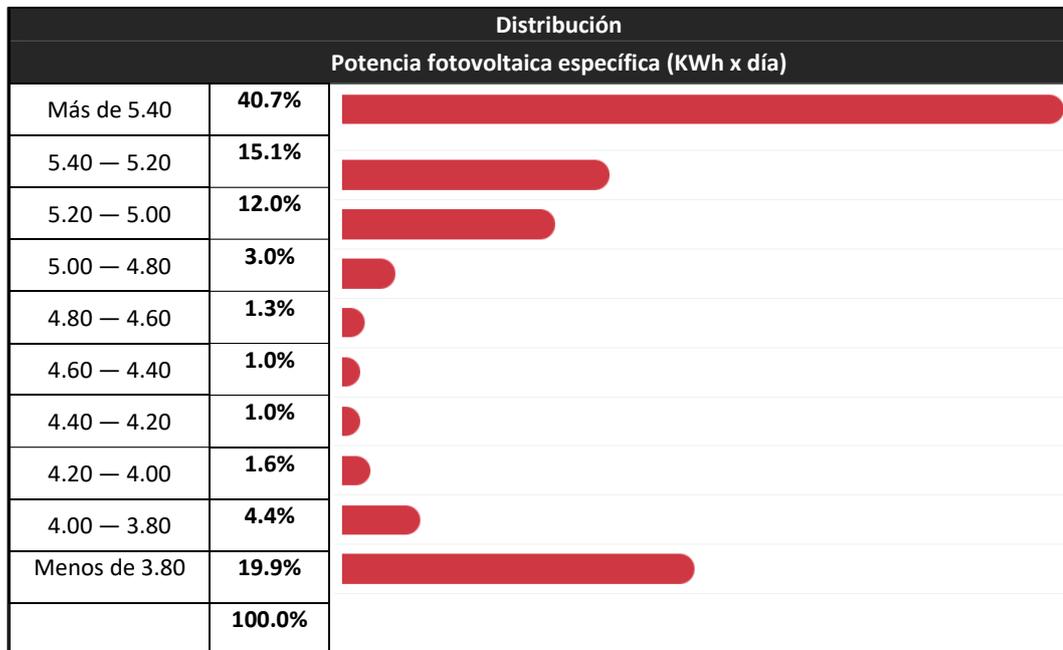


**Figura 4:** Mapa del potencial eléctrico fotovoltaico en la región de Puno  
**Fuente:** Global solar atlas

Respecto al área de análisis se estima que dentro de la región en total existe:

- **Área:** 74099.94km<sup>2</sup>
- **Perímetro:** 1310.51 km

Dispondremos los siguientes parámetros de potencia fotovoltaica específica:



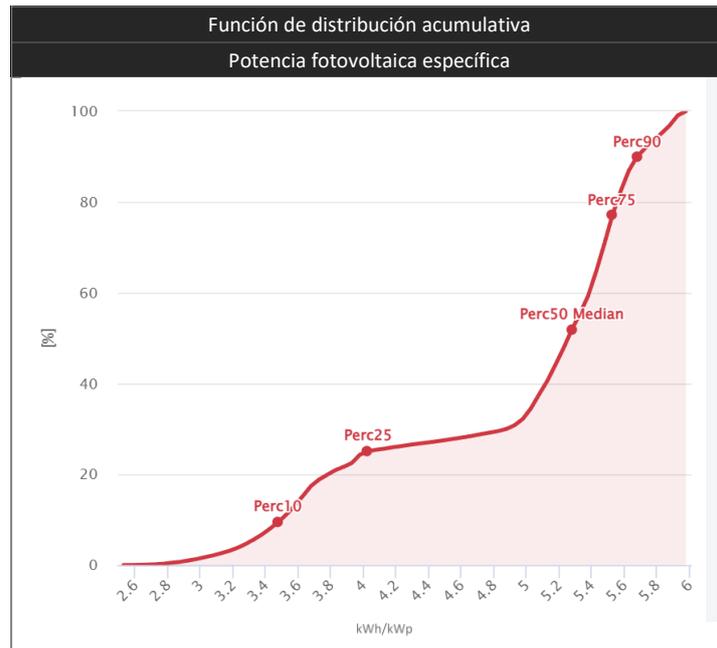
**Figura 5:** Distribución de la potencia fotovoltaica específica por día en la región de Puno

**Fuente:** Global solar atlas

**Tabla 2:** Estadística de la potencia fotovoltaica específica por día en la región de Puno

Estadísticas	
Potencia fotovoltaica específica	
<b>Media</b>	4,92 kWh/kWp
<b>Máximo</b>	5,82 kWh/kWp
<b>Percentil 90</b>	5,67 kWh/kWp
<b>Percentil 75</b>	5,51 kWh/kWp
<b>Percentil 50 (mediana)</b>	5,26 kWh/kWp
<b>Percentil 25</b>	4,04 kWh/kWp
<b>Percentil 10</b>	3,49 kWh/kWp
<b>Mínimo</b>	3,29 kWh/kWp

**Fuente:** Global solar atlas

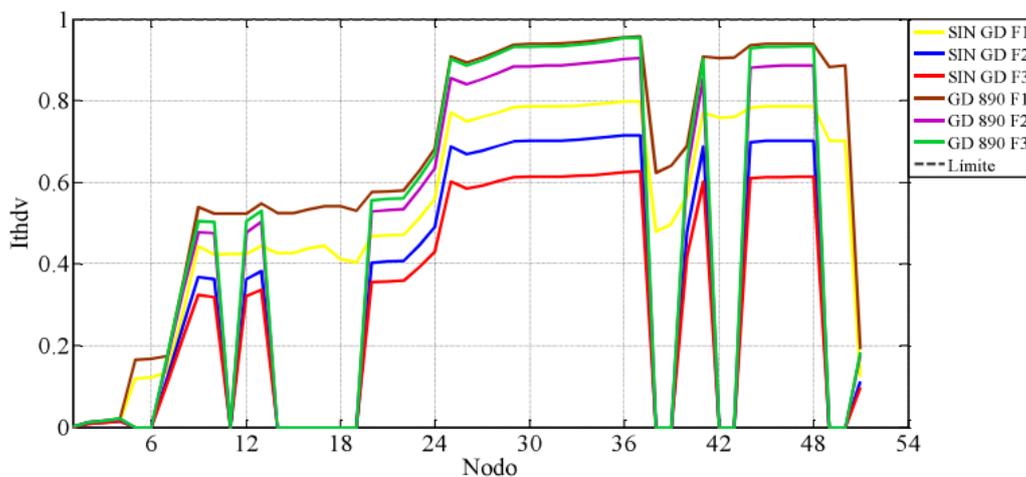


**Figura 6:** Función de la distribución acumulativa de la potencia fotovoltaica específica en la región de Puno

**Fuente:** Global solar atlas

#### 4.1.3. Impacto técnico de la generación distribuida al sistema

Se observa que la generación distribuida instalada en baja tensión, respeta los valores límite establecidos, debido a la relación directa entre la distorsión armónica en corriente y voltaje. Los armónicos fuera del límite deben ir acompañados con la instalación de filtros adecuados para minimizar el impacto en la instalación de generación distribuida en nodos en los nodos afectados.



**Figura 7:** Comportamiento de Ithdv armónicos, GD en el nodo 890

**Fuente:** Revista Redes de Ingeniería – Colombia

#### 4.1.4. Módulos fotovoltaicos para generación distribuida

Para un análisis más objetivo, se hizo una cotización de 03 módulos y kits completos fotovoltaicos para GD accesibles y de calidad para el usuario, para su implementación en hogares de la región de Puno y sus respectivas características:

##### 4.1.4.1. Kit SMD1S – Solar modul

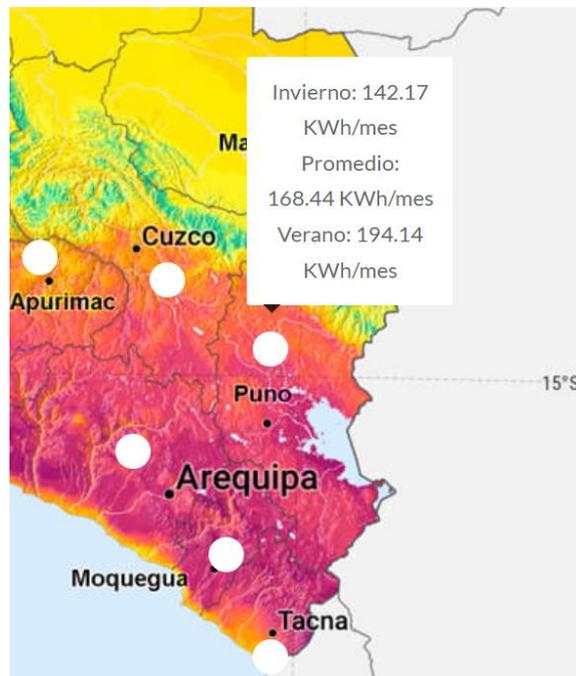
El kit de energía solar On-grid SMD1S tiene un precio de USD\$ 1.694,00 y al tipo de cambio actual sería de S/.6034.03 e incluye los siguientes elementos:

- (03) Panel Solar de 340W - Prostar
- (01) Inversor Solar 1KW- Growatt
- (01) Smart Meter
- (01) Tablero Eléctrico + Protecciones
- Kit de cableado y accesorios.
- Estructura de Aluminio.
- Guía de instalación y montaje.



**Figura 8:** Kit de energía solar On-grid SMD1S  
**Fuente:** Catálogo de Solar modul

En los siguientes gráficos se muestra el potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno y la producción promedio mensual para el kit SMD1S:



**Figura 9:** Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD1S  
**Fuente:** Solar modul

**Tabla 3:** Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD1S

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO			
Región	Producción en Invierno Kwh/mes	Producción Promedio Kwh/mes	Producción en Verano Kwh/mes
Puno	142.17	168.44	194.14

Elaboración propia

#### 4.1.4.2. Kit SMD2S – Solar modul

El kit de energía solar On-grid SMD2S tiene un precio de USD\$ 2.547,00 y al tipo de cambio actual sería de S/. 9072.41 e incluye los siguientes elementos:

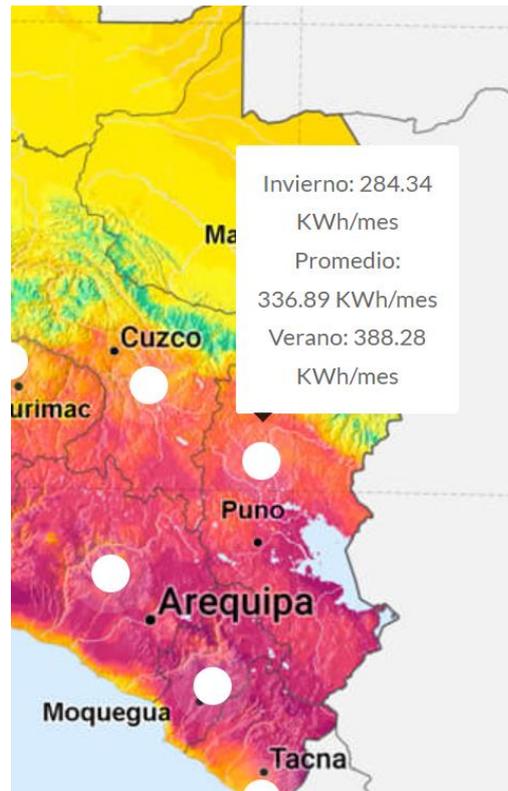
- (06) Panel Solar 340W
- (01) Inversor Solar 2KW- Growatt
- (01) Smart Meter
- (01) Tablero Eléctrico + Protecciones
- Kit de cableado y accesorios.

- (06) Estructura de Aluminio.
- Guía de instalación y montaje.



**Figura 10:** Kit de energía solar On-grid SMD2S  
**Fuente:** Catálogo de Solar modul

En los siguientes gráficos se muestra el potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno y la producción promedio mensual para el kit SMD2S:



**Figura 11:** Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD2S  
**Fuente:** Solar modul

**Tabla 4:** Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD2S

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO			
Región	Producción en Invierno Kwh/mes	Producción Promedio Kwh/mes	Producción en Verano Kwh/mes
Puno	284.34	336.89	388.28

Elaboración propia

#### 4.1.4.3. Kit SMD3S – Solar modul

El kit de energía solar On-grid SMD3S tiene un precio de USD\$ 3.364,00 y al tipo de cambio actual sería de S/. 11982.57 e incluye los siguientes elementos:

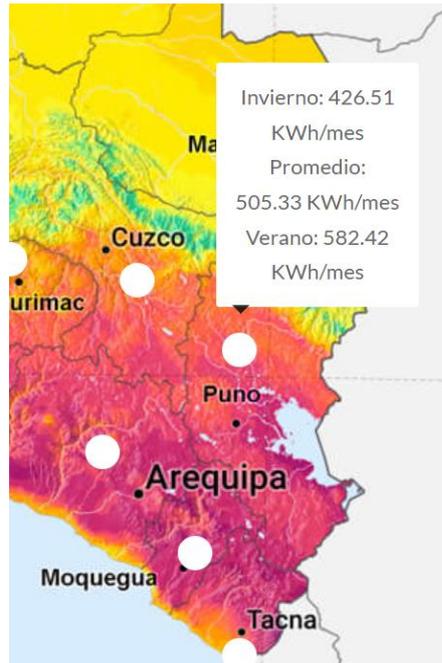
- (09) Panel Solar 340W
- (01) Inversor Solar 3KW- Growatt
- (01) Smart Meter
- (01) Tablero Eléctrico + Protecciones
- Kit de cableado y accesorios.

- (09) Estructura de Aluminio.
- Guía de instalación y montaje



**Figura 12:** Kit de energía solar On-grid SMD3S  
**Fuente:** Catálogo de Solar modul

En la figura 12 y tabla 6 se muestra el potencial eléctrico fotovoltaico en la región Puno y la producción promedio mensual para el kit SMD3S:



**Figura 13:** Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD3S  
**Fuente:** Solar modul

**Tabla 5:** Potencial eléctrico fotovoltaico para el kit SMD3S

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO			
Región	Producción en Invierno Kwh/mes	Producción Promedio Kwh/mes	Producción en Verano Kwh/mes
Puno	426.51	505.33	582.42

Elaboración propia

Para la presente investigación de acuerdo a la tabla 6 que presenta una comparativa de todos los módulos, se eligió el kit SMD1S para los cálculos ya que, cubre el consumo eléctrico mensual para todos los sectores escogidos del estudio y tiene un precio accesible para su implementación.

**Tabla 6:** Potencial eléctrico fotovoltaico y costo por cada módulo

GENERACIÓN POR KIT FOTOVOLTAICO			
KIT	PROMEDIO MENSUAL (KWh)	ANUAL (KWh)	PRECIO DEL MODULO
SMD1S	168.44	2021.28	6034.03
SMD2S	336.89	4042.68	9072.41
SMD3S	505.33	6063.96	11982.57

Elaboración propia

## 4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el cálculo económico tomaremos en cuenta los sectores de Puno – Puno baja densidad por el consumo alto de los clientes, Azángaro – Azángaro Rural por el consumo medio de los clientes y Ayaviri por el consumo más bajo de los sectores, despreciamos los sectores del sistema eléctrico donde existen cargas variables por el sector minero y sector industrial, en estos casos no consideraremos el alumbrado público y tampoco los servicios adicionales, según la siguiente tabla:

**Tabla 7:** Consumo promedio mensual por cliente y por sistema eléctrico (KWh-mes)

CONSUMO PROMEDIO MENSUAL EN LA REGIÓN PUNO					
SISTEMA ELÉCTRICO	2015 (KWh/Mes)	2016 (KWh/Mes)	2017 (KWh/Mes)	2018 (KWh/Mes)	2019 (KWh/Mes)
JULIACA – JULIACA RURAL	88.59	87.19	93.70	92.63	86.62
PUNO – PUNO BAJA DENSIDAD	104.55	84.52	103.50	99.44	96.46
AZÁNGARO – AZÁNGARO RURAL	54.54	79.15	93.50	105.92	78.48
ANTAUTA	93.25	53.24	91.60	156.81	217.19
AYAVIRI	28.93	24.86	34.92	34.73	34.31
ILAVE - POMATA	20.95	19.25	43.76	44.08	43.38
SAN GABÁN	58.40	36.75	58.34	108.05	113.88
<b>PROMEDIO</b>	<b>64.17</b>	<b>55.00</b>	<b>74.19</b>	<b>91.67</b>	<b>95.76</b>

**Fuente:** Memoria Anual Electro Puno S.A.A. (2019)

Se extrajo de la tabla 8 el consumo promedio mensual por los tres sectores considerados para la investigación, con estos datos se halló el consumo promedio anual mostrado en la tabla 9:

**Tabla 8:** Consumo promedio mensual por cliente y anual de tres sectores de la región

CONSUMO PROMEDIO		
SECTOR	PROMEDIO MENSUAL (KWh)	ANUAL (KWh)
PUNO-PUNO DENSIDAD BAJA	96.46	1157.52
AZANGARO - AZANGARO RURAL	78.48	941.76
AYAVIRI	34.31	411.72

Elaboración propia

Se tomará los pliegos tarifarios para clientes finales con vigencia desde el 01 de noviembre de 2022 de ELECTRO PUNO S.A.A. que se publicó en la fecha 31 de octubre de 2022 y dentro de ello existe el tipo de tarifa BT5B el cual podemos encontrar en la mayoría de usuarios con suministro de baja tensión en la región de Puno y también utilizado por Del Rosario (2022) en su investigación sobre Barreras a la cogeneración y a la generación distribuida en el Perú:

**Tabla 9:** Pliego tarifario tipo BT5B para clientes finales noviembre de 2022

PLIEGO TARIFARIO PARA CLIENTES FINALES NOVIEMBRE - 2022					
MEDICION SIMPLE DE ENERGIA ACTIVA	PUNO (Cént.S./kWh)	PUNO BAJA DENSIDAD (Cént.S./kWh)	SER AZANGARO (Cént.S./kWh)	AZANGARO RURAL (Cént.S./kWh)	AYAVIRI (Cént.S./kWh)
Residencial con consumo menor o igual a 30 kWh por mes	55.79	31.88	31.88	31.88	31.88
Residencial con consumo mayor a 30 y menor o igual a 140 kWh por mes	79.70	79.70	79.70	79.70	79.70
Residencial con consumo mayor a 140 kWh por mes	83.61	83.61	83.61	83.61	83.61
No Residencial	92.95	92.95	92.81	92.81	93.00

**Fuente:** Resolución tarifaria de gerencia comercial N° 017-2022-ELPU/GC

#### 4.2.1. Gasto promedio anual por usuario en cada sector de la región Puno

Se realizó los cálculos y se obtuvo el gasto promedio anual por cliente gracias al producto del consumo promedio por sector según la tabla 8 y del pliego tarifario BT5B de acuerdo con la tabla 10, con los siguientes resultados por sectores de la región Puno:

**Tabla 10:** Gasto promedio anual por cliente en el sector de Puno – Puno densidad baja

CONSUMO PROMEDIO			BT5B-MEDICION SIMPLE DE ENERGIA ACTIVA (PUNO)			
SECTOR	PROMEDIO MENSUAL (KWh)	ANUAL (KWh)	Residencial con consumo menor o igual a 30 kWh por mes (0.5579 S/./KWh)	Residencial con consumo mayor a 30 y menor o igual a 140 kWh por mes (0.7970 S/./KWh)	Residencial con consumo mayor a 140 kWh por mes (0.8361 S/./KWh)	No Residencial (0.9295 S/./KWh)
<b>PUNO-PUNO DENSIDAD BAJA</b>	96.46	1157.52	S/ 645.78	S/ 922.54	S/ 967.80	S/ 1,075.91

Elaboración propia

**Tabla 11:** Gasto promedio anual por cliente en el sector de Azángaro – Azángaro Rural

CONSUMO PROMEDIO			BT5B-MEDICION SIMPLE DE ENERGIA ACTIVA (PUNO)			
SECTOR	PROMEDIO MENSUAL (KWh)	ANUAL (KWh)	Residencial con consumo menor o igual a 30 kWh por mes (0.3188 S/./KWh)	Residencial con consumo mayor a 30 y menor o igual a 140 kWh por mes (0.7970 S/./KWh)	Residencial con consumo mayor a 140 kWh por mes (0.8361 S/./KWh)	No Residencial (0.93 S/./KWh)
<b>AZANGARO - AZANGARO RURAL</b>	78.48	941.76	S/ 300.23	S/ 750.58	S/ 787.41	S/ 875.84

Elaboración propia

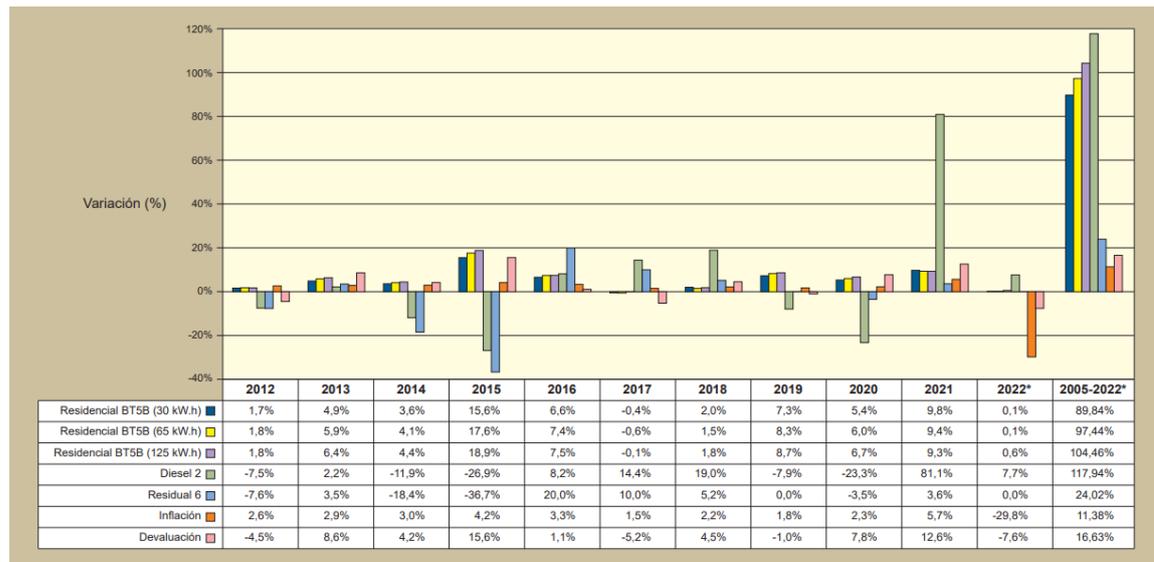
**Tabla 12:** Gasto promedio anual por cliente en el sector de Ayaviri

CONSUMO PROMEDIO			BT5B-MEDICION SIMPLE DE ENERGIA ACTIVA (PUNO)			
SECTOR	PROMEDI O MENSUAL (KWh)	ANUAL (KWh)	Residencial con consumo menor o igual a 30 kWh por mes (0.3188 S/./KWh)	Residencial con consumo mayor a 30 y menor o igual a 140 kWh por mes (0.7970 S/./KWh)	Residencial con consumo mayor a 140 kWh por mes (0.8361 S/./KWh)	No Residencial (0.93 S/./KWh)
<b>AYAVIR I</b>	34.31	411.72	S/ 131.26	S/ 328.14	S/ 344.24	S/ 382.90

Elaboración propia

#### 4.2.2. Variación anual de tarifas eléctricas

Con respecto a la variación anual de las tarifas eléctricas residenciales, tomaremos de referencia los indicadores y variaciones de las tarifas de Lima durante el periodo 2005 – marzo 2022, en la siguiente figura se puede comparar la variación anual de la tarifa eléctrica con respecto a los principales indicadores que influyen en su reajuste:



**Figura 14:** Tarifas de electricidad de marzo 2022 e indicadores disponibles al 28.02.2022

**Fuente:** SBS, BCRP, Petroperú, OSINERGMIN

Los indicadores mostrados en la figura 13, ilustra un aumento del 5% del costo de las tarifas anualmente, esta cifra es el resultado de la media durante el periodo de 18 años. Este dato nos ayudará a estimar el costo-beneficio de los módulos a implementar en el periodo de 25 años de vida útil del panel solar en los diferentes sectores de la concesión de ELPU escogidos para el estudio.

**Tabla 13:** Costo marginal por barra para cada sector de la región Puno

COSTO MARGINAL POR BARRA	
BARRA	S/. / (KWh)
BARRA PUNO 138	S/ 0.10937
BARRA AZANGARO 138	S/ 0.10829
BARRA AYAVIRI 138	S/ 0.10941

**Fuente:** COES - Costos marginales para noviembre del 2022

En la tabla 14 se tabuló los costos marginales por KWh para las barras Puno 138, Azángaro 138 y Ayaviri 138, se tomó el costo marginal más bajo mensual que se presentó el 19 de noviembre a las 7:00 a.m. del 2022 según información de la base de datos del COES.

#### 4.2.3. Cálculos de rentabilidad al implementar el módulo fotovoltaico

Se realizaron cálculos de rentabilidad para 25 años de acuerdo a la vida útil de los paneles solares dadas por el fabricante, tomaremos en cuenta el kit SMD1S por ser el más económico y que cubre la demanda mensual en todos los sectores.

Para el cálculo de la rentabilidad en el sector Puno – Puno densidad baja tomaremos los datos de la tabla 11 y con el aumento de 5% anual del costo de las tarifas mostradas en la figura 13, estimaremos el ahorro hasta 25 años y la recuperación del capital.

**Tabla 14:** Tiempo de recuperación de inversión y el ahorro económico por cliente en el sector Puno – Puno densidad baja

KIT SMD1S - SECTOR PUNO - PUNO DENSIDAD BAJA							
AÑO	Residencial 0-30 (KWh)		Residencial 30-140 (KWh)		Residencial 140 a más (KWh)		No residencial (KWh)
1	S/	645.78	S/	922.54	S/	967.80	S/ 1,075.91
2	S/	678.07	S/	968.67	S/	1,016.19	S/ 1,129.71
3	S/	711.97	S/	1,017.10	S/	1,067.00	S/ 1,186.19
4	S/	747.57	S/	1,067.96	S/	1,120.35	S/ 1,245.50
5	S/	784.95	S/	1,121.35	S/	1,176.37	S/ 1,307.78
6	S/	824.20	S/	1,177.42	S/	1,235.19	S/ 1,373.16
7	S/	865.41	S/	1,236.29	S/	1,296.94	S/ 1,441.82
8	S/	908.68	S/	1,298.11	S/	1,361.79	S/ 1,513.91
9	S/	954.11	S/	1,363.01	S/	1,429.88	S/ 1,589.61
10	S/	1,001.82	S/	1,431.16	S/	1,501.38	S/ 1,669.09
11	S/	1,051.91	S/	1,502.72	S/	1,576.44	S/ 1,752.54
12	S/	1,104.50	S/	1,577.86	S/	1,655.27	S/ 1,840.17
13	S/	1,159.73	S/	1,656.75	S/	1,738.03	S/ 1,932.18
14	S/	1,217.71	S/	1,739.59	S/	1,824.93	S/ 2,028.79
15	S/	1,278.60	S/	1,826.57	S/	1,916.18	S/ 2,130.23
16	S/	1,342.53	S/	1,917.89	S/	2,011.99	S/ 2,236.74
17	S/	1,409.66	S/	2,013.79	S/	2,112.59	S/ 2,348.58
18	S/	1,480.14	S/	2,114.48	S/	2,218.22	S/ 2,466.01

<b>KIT SMD1S - SECTOR PUNO - PUNO DENSIDAD BAJA</b>				
<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
<b>19</b>	S/ 1,554.15	S/ 2,220.20	S/ 2,329.13	S/ 2,589.31
<b>20</b>	S/ 1,631.85	S/ 2,331.21	S/ 2,445.58	S/ 2,718.77
<b>21</b>	S/ 1,713.45	S/ 2,447.77	S/ 2,567.86	S/ 2,854.71
<b>22</b>	S/ 1,799.12	S/ 2,570.16	S/ 2,696.25	S/ 2,997.45
<b>23</b>	S/ 1,889.07	S/ 2,698.67	S/ 2,831.07	S/ 3,147.32
<b>24</b>	S/ 1,983.53	S/ 2,833.60	S/ 2,972.62	S/ 3,304.68
<b>25</b>	S/ 2,082.71	S/ 2,975.28	S/ 3,121.25	S/ 3,469.92
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 30,821.21</b>	<b>S/ 44,030.16</b>	<b>S/ 46,190.29</b>	<b>S/ 51,350.06</b>
<b>AHORRO</b>	<b>S/ 24,787.18</b>	<b>S/ 37,996.13</b>	<b>S/ 40,156.26</b>	<b>S/ 45,316.03</b>
<b>RECUERACIÓN DEL CAPITAL</b>	<b>8 AÑOS</b>	<b>6 AÑOS</b>	<b>6 AÑOS</b>	<b>6 AÑOS</b>

Elaboración propia

De la presente tabla 15 podemos resumir que la opción más óptima para la recuperación del capital sería para los usuarios Residencial 30-140 (KWh), Residencial mayor a 140 (KWh) y no residenciales que recuperarían su inversión en 6 años con un ahorro total de S/. 37,996.13, S/. 40,156.26 y S/. 45,316.03 respectivamente, para 25 años. La opción menos atractiva es para usuarios residenciales con consumo menor a 30 KWh, recuperarían su inversión en 8 años y podrían ahorrar la cantidad de S/.24,787.18 en el mencionado lapso de tiempo.

Para el cálculo de la rentabilidad en el sector Azángaro - Azángaro Rural tomaremos los datos de la tabla 12 y con el aumento de 5% anual del costo de las tarifas mostradas en la figura 13, estimaremos el ahorro hasta 25 años y la recuperación del capital.

**Tabla 15:** Tiempo de recuperación de inversión y el ahorro económico por cliente en el sector Azángaro - Azángaro Rural

<b>KIT SMD1S - SECTOR AZANGARO - AZANGARO RURAL</b>				
<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
1	S/ 300.23	S/ 750.58	S/ 787.41	S/ 875.84
2	S/ 315.24	S/ 788.11	S/ 826.78	S/ 919.63
3	S/ 331.00	S/ 827.51	S/ 868.12	S/ 965.61
4	S/ 347.55	S/ 868.89	S/ 911.53	S/ 1,013.89
5	S/ 364.93	S/ 912.33	S/ 957.10	S/ 1,064.59
6	S/ 383.18	S/ 957.95	S/ 1,004.96	S/ 1,117.82
7	S/ 402.34	S/ 1,005.85	S/ 1,055.20	S/ 1,173.71
8	S/ 422.45	S/ 1,056.14	S/ 1,107.96	S/ 1,232.39
9	S/ 443.58	S/ 1,108.95	S/ 1,163.36	S/ 1,294.01
10	S/ 465.76	S/ 1,164.40	S/ 1,221.53	S/ 1,358.72
11	S/ 489.04	S/ 1,222.62	S/ 1,282.61	S/ 1,426.65
12	S/ 513.50	S/ 1,283.75	S/ 1,346.74	S/ 1,497.98
13	S/ 539.17	S/ 1,347.93	S/ 1,414.08	S/ 1,572.88
14	S/ 566.13	S/ 1,415.33	S/ 1,484.78	S/ 1,651.53
15	S/ 594.43	S/ 1,486.10	S/ 1,559.02	S/ 1,734.10
16	S/ 624.16	S/ 1,560.40	S/ 1,636.97	S/ 1,820.81
17	S/ 655.36	S/ 1,638.42	S/ 1,718.82	S/ 1,911.85
18	S/ 688.13	S/ 1,720.34	S/ 1,804.76	S/ 2,007.44
19	S/ 722.54	S/ 1,806.36	S/ 1,895.00	S/ 2,107.81
20	S/ 758.67	S/ 1,896.68	S/ 1,989.75	S/ 2,213.20
21	S/ 796.60	S/ 1,991.51	S/ 2,089.23	S/ 2,323.86
22	S/ 836.43	S/ 2,091.09	S/ 2,193.69	S/ 2,440.06
23	S/ 878.25	S/ 2,195.64	S/ 2,303.38	S/ 2,562.06
24	S/ 922.16	S/ 2,305.42	S/ 2,418.55	S/ 2,690.16
25	S/ 968.27	S/ 2,420.70	S/ 2,539.48	S/ 2,824.67
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 14,329.11</b>	<b>S/ 35,823.01</b>	<b>S/ 37,580.79</b>	<b>S/ 41,801.30</b>
<b>AHORRO</b>	<b>S/ 8,295.08</b>	<b>S/ 29,788.98</b>	<b>S/ 31,546.76</b>	<b>S/ 35,767.27</b>
<b>RECUERACIÓN DEL CAPITAL</b>	<b>15 AÑOS</b>	<b>7 AÑOS</b>	<b>7 AÑOS</b>	<b>6 AÑOS</b>

Elaboración propia

De la tabla 16 podemos observar que la opción más óptima para la recuperación del capital sería para los usuarios no residenciales y recuperarían su inversión en 6 años con un ahorro total de S/. 35,767.27 en 25 años. La opción menos optima es para usuarios residenciales con consumo menor a 30 KWh, recuperarían su inversión en 15 años y podrían ahorrar solo la cantidad de S/.8,295.08 en el mencionado lapso de tiempo.

Para el cálculo de la rentabilidad en el sector Ayaviri tomaremos los datos de la tabla 13 y con el aumento de 5% anual del costo de las tarifas mostradas en la figura 13, estimaremos el ahorro hasta 25 años y la recuperación del capital.

**Tabla 16:** Tiempo de recuperación de inversión y el ahorro económico por cliente en el sector Ayaviri

<b>KIT SMD1S - SECTOR AYAVIRI</b>				
<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
1	S/ 131.26	S/ 328.14	S/ 344.24	S/ 382.90
2	S/ 137.82	S/ 344.55	S/ 361.45	S/ 402.05
3	S/ 144.71	S/ 361.77	S/ 379.52	S/ 422.15
4	S/ 151.95	S/ 379.86	S/ 398.50	S/ 443.25
5	S/ 159.55	S/ 398.86	S/ 418.43	S/ 465.42
6	S/ 167.52	S/ 418.80	S/ 439.35	S/ 488.69
7	S/ 175.90	S/ 439.74	S/ 461.31	S/ 513.12
8	S/ 184.70	S/ 461.73	S/ 484.38	S/ 538.78
9	S/ 193.93	S/ 484.81	S/ 508.60	S/ 565.72
10	S/ 203.63	S/ 509.05	S/ 534.03	S/ 594.00
11	S/ 213.81	S/ 534.51	S/ 560.73	S/ 623.70
12	S/ 224.50	S/ 561.23	S/ 588.77	S/ 654.89
13	S/ 235.72	S/ 589.29	S/ 618.21	S/ 687.63
14	S/ 247.51	S/ 618.76	S/ 649.12	S/ 722.02
15	S/ 259.89	S/ 649.69	S/ 681.57	S/ 758.12
16	S/ 272.88	S/ 682.18	S/ 715.65	S/ 796.02
17	S/ 286.52	S/ 716.29	S/ 751.43	S/ 835.82
18	S/ 300.85	S/ 752.10	S/ 789.00	S/ 877.61
19	S/ 315.89	S/ 789.71	S/ 828.45	S/ 921.49
20	S/ 331.69	S/ 829.19	S/ 869.88	S/ 967.57
21	S/ 348.27	S/ 870.65	S/ 913.37	S/ 1,015.95
22	S/ 365.69	S/ 914.19	S/ 959.04	S/ 1,066.75
23	S/ 383.97	S/ 959.90	S/ 1,006.99	S/ 1,120.08
24	S/ 403.17	S/ 1,007.89	S/ 1,057.34	S/ 1,176.09
25	S/ 423.33	S/ 1,058.28	S/ 1,110.21	S/ 1,234.89
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 6,264.66</b>	<b>S/ 15,661.17</b>	<b>S/ 16,429.58</b>	<b>S/ 18,274.71</b>
<b>AHORRO</b>	<b>S/ 230.63</b>	<b>S/ 9,627.14</b>	<b>S/ 10,395.55</b>	<b>S/ 12,240.68</b>
<b>RECUERACIÓN DEL CAPITAL</b>	<b>25 AÑOS</b>	<b>14 AÑOS</b>	<b>13 AÑOS</b>	<b>12 AÑOS</b>

Elaboración propia

De la tabla 17 podemos observar que la opción con una posible recuperación del capital sería para los usuarios no residenciales y recuperarían su inversión en 12 años con

un ahorro total de S/. 12,240.68 en 25 años. La opción menos rentable sería para usuarios residenciales con consumo menor a 30 (KWh), que recuperarían su inversión en 25 años y solo ahorrarían la cantidad de S/.230.63 por la inversión del módulo para generación distribuida en el mencionado lapso de tiempo.

El resultado de la rentabilidad al implementar la generación distribuida en los diferentes sectores de la región muestra que, en el sector Puno – Puno densidad baja se recuperaría el capital invertido de 6 hasta 8 años y generaría un ahorro de hasta 45,000 soles en los 25 años de vida útil del módulo, en el sector Azángaro - Azángaro Rural recuperaría el capital invertido de 6 hasta 15 años y generaría un ahorro de hasta 35,000 soles en 25 años, en el sector Ayaviri recuperaría el capital invertido de 12 hasta 25 años y generaría solo un ahorro de hasta 12,000 soles en 25 años de implementarse.

#### 4.2.4. Generación de energía promedio y excedente

Para el módulo SMD1S tendremos los cálculos de generación promedio anual para autoconsumo que fue presentada en la tabla 4 y obtendremos los cálculos para la energía excedente por usuario, dicha energía excedente resulta de la diferencia entre la generación fotovoltaica y el consumo de energía anual, lo cual será el producto con el costo marginal mostrado en la tabla 14, por cada barra en cada sector de la región Puno.

**Tabla 17:** Generación de energía promedio y excedente para Puno-Puno densidad baja con el módulo - SMD1S

<b>GENERACIÓN DE ENERGÍA PROMEDIO Y EXCEDENTE PARA PUNO-PUNO DENSIDAD BAJA CON EL MÓDULO - SMD1S</b>			
	<b>MENSUAL (KWh)</b>	<b>ANUAL (KWh)</b>	<b>25 AÑOS (KWh)</b>
<b>PUNO-PUNO DENSIDAD BAJA</b>	96.46	1157.52	28938
<b>SMD1S</b>	168.44	2021.28	50532
<b>ENERGÍA EXCEDENTE</b>	71.98	863.76	21594
<b>COSTO/VENTA ENERGÍA</b>	S/ 7.87	S/ 94.47	S/ 2,361.74

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 18, muestran la energía excedente que se tiene tras la diferencia entre la generación fotovoltaica y consumo de energía, que resulta 71,98 KWh como excedente de energía mensual y 863,76 KWh anual, para ello el costo de la venta de energía al sistema será el producto de la energía excedente con el costo marginal de la barra Puno 138, lo que beneficia con un ingreso de S/. 7.87 mensuales y S/. 94.47 anuales.

**Tabla 18:** Generación de energía promedio y excedente para Azángaro - Azángaro Rural con el módulo - SMD1S

<b>GENERACIÓN DE ENERGÍA PROMEDIO Y EXCEDENTE PARA AZANGARO - AZANGARO RURAL CON EL MÓDULO - SMD1S</b>			
	<b>MENSUAL (KWh)</b>	<b>ANUAL (KWh)</b>	<b>25 AÑOS (KWh)</b>
<b>AZANGARO - AZANGARO RURAL</b>	78.48	941.76	23544
<b>SMD1S</b>	168.44	2021.28	50532
<b>ENERGÍA EXCEDENTE</b>	89.96	1079.52	26988
<b>COSTO/VENTA ENERGÍA</b>	S/ 9.74	S/ 116.90	S/ 2,922.53

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 19, muestran la energía excedente que se tiene tras la diferencia entre la generación fotovoltaica y consumo de energía, que resulta 89,96 KWh como excedente de energía mensual y 1079,52 KWh anual, para ello el costo de la venta de energía al sistema será el producto de la energía excedente con el costo marginal de la barra Azángaro 138, lo que beneficia con un ingreso de S/. 9.74 mensuales y S/. 116.90 anuales.

**Tabla 19:** Generación de energía promedio y excedente para Ayaviri con el módulo - SMD1S

<b>GENERACIÓN DE ENERGÍA PROMEDIO Y EXCEDENTE PARA AYAVIRI CON EL MÓDULO - SMD1S</b>			
	<b>MENSUAL (KWh)</b>	<b>ANUAL (KWh)</b>	<b>25 AÑOS (KWh)</b>
<b>AYAVIRI</b>	34.31	411.72	10293
<b>SMD1S</b>	168.44	2021.28	50532
<b>ENERGÍA EXCEDENTE</b>	134.13	1609.56	40239
<b>COSTO/VENTA ENERGÍA</b>	S/ 14.68	S/ 176.10	S/ 4,402.55

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 20, muestran la energía excedente que se tiene tras la diferencia entre la generación fotovoltaica y consumo de energía, que resulta 71,98 KWh como excedente de energía mensual y 863,76 KWh anual, para ello el costo de la venta de energía al sistema será el producto de la energía excedente con el costo marginal de la barra Puno 138, lo que beneficia con un ingreso de S/. 14.68 mensuales y S/. 176.10 anuales.

#### 4.2.5. Viabilidad del proyecto por sector con análisis del VAN y TIR

Para el presente proyecto evaluaremos la viabilidad con el valor de 10% para la tasa de descuento, el cual se asemeja a un proyecto autosustentable para generación fotovoltaica. Se realizaron cálculos para hallar el VAN y TIR para 25 años de vida útil de los módulos de acuerdo al fabricante y tomaremos en cuenta el kit SMD1S:

**Tabla 20:** VAN y TIR para el sector de Puno – Puno densidad baja

VAN Y TIR - SECTOR PUNO - PUNO DENSIDAD BAJA					
AÑO	Residencial 0-30 (KWh)	Residencial 30-140 (KWh)	Residencial 140 a más (KWh)	No residencial (KWh)	
0	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	
1	S/ 740.25	S/ 1,017.01	S/ 1,062.27	S/ 1,170.38	
2	S/ 777.26	S/ 1,067.86	S/ 1,115.39	S/ 1,228.90	
3	S/ 816.13	S/ 1,121.26	S/ 1,171.15	S/ 1,290.35	
4	S/ 856.93	S/ 1,177.32	S/ 1,229.71	S/ 1,354.87	
5	S/ 899.78	S/ 1,236.19	S/ 1,291.20	S/ 1,422.61	
6	S/ 944.77	S/ 1,297.99	S/ 1,355.76	S/ 1,493.74	
7	S/ 992.01	S/ 1,362.89	S/ 1,423.55	S/ 1,568.43	
8	S/ 1,041.61	S/ 1,431.04	S/ 1,494.72	S/ 1,646.85	
9	S/ 1,093.69	S/ 1,502.59	S/ 1,569.46	S/ 1,729.19	
10	S/ 1,148.37	S/ 1,577.72	S/ 1,647.93	S/ 1,815.65	
11	S/ 1,205.79	S/ 1,656.61	S/ 1,730.33	S/ 1,906.43	
12	S/ 1,266.08	S/ 1,739.44	S/ 1,816.85	S/ 2,001.75	
13	S/ 1,329.38	S/ 1,826.41	S/ 1,907.69	S/ 2,101.84	
14	S/ 1,395.85	S/ 1,917.73	S/ 2,003.07	S/ 2,206.93	
15	S/ 1,465.64	S/ 2,013.62	S/ 2,103.23	S/ 2,317.28	
16	S/ 1,538.93	S/ 2,114.30	S/ 2,208.39	S/ 2,433.14	
17	S/ 1,615.87	S/ 2,220.01	S/ 2,318.81	S/ 2,554.80	
18	S/ 1,696.67	S/ 2,331.01	S/ 2,434.75	S/ 2,682.54	
19	S/ 1,781.50	S/ 2,447.56	S/ 2,556.48	S/ 2,816.67	
20	S/ 1,870.57	S/ 2,569.94	S/ 2,684.31	S/ 2,957.50	

<b>VAN Y TIR - SECTOR PUNO - PUNO DENSIDAD BAJA</b>				
<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
<b>21</b>	S/ 1,964.10	S/ 2,698.44	S/ 2,818.52	S/ 3,105.38
<b>22</b>	S/ 2,062.31	S/ 2,833.36	S/ 2,959.45	S/ 3,260.65
<b>23</b>	S/ 2,165.42	S/ 2,975.03	S/ 3,107.42	S/ 3,423.68
<b>24</b>	S/ 2,273.69	S/ 3,123.78	S/ 3,262.79	S/ 3,594.86
<b>25</b>	S/ 2,387.38	S/ 3,279.97	S/ 3,425.93	S/ 3,774.61
<b>VAN</b>	<b>S/ 4,143.71</b>	<b>S/ 7,948.94</b>	<b>S/ 8,571.21</b>	<b>S/ 10,057.65</b>
<b>TIR</b>	<b>16%</b>	<b>21%</b>	<b>22%</b>	<b>24%</b>

Elaboración propia

Para el sector Puno – Puno densidad baja tendremos la suma del costo de la energía vendida al sistema demostrado en la tabla 18 y el monto ahorrado por autoconsumo anualmente calculado en la tabla 15, el resultado de la tabla 21 muestra que los clientes considerados en zona no residencial, el proyecto sería más viable con una ganancia de S/. 10,057.65 en la actualidad y con una TIR de 24% superior a la tasa de descuento tomada para este cálculo, la opción menos atractiva sería para los clientes en zona residencial menor a 30 KWh, debido a que tendrían solo una ganancia actual de S/. 4.143.71 y con una TIR de 16%.

**Tabla 21:** VAN y TIR para el sector de Azángaro – Azángaro Rural

<b>VAN Y TIR - SECTOR AZANGARO - AZANGARO RURAL</b>				
<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
<b>0</b>	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03
<b>1</b>	S/ 417.13	S/ 867.48	S/ 904.31	S/ 992.74
<b>2</b>	S/ 437.99	S/ 910.86	S/ 949.52	S/ 1,042.37
<b>3</b>	S/ 459.89	S/ 956.40	S/ 997.00	S/ 1,094.49
<b>4</b>	S/ 482.89	S/ 1,004.22	S/ 1,046.85	S/ 1,149.22
<b>5</b>	S/ 507.03	S/ 1,054.43	S/ 1,099.19	S/ 1,206.68
<b>6</b>	S/ 532.38	S/ 1,107.15	S/ 1,154.15	S/ 1,267.01
<b>7</b>	S/ 559.00	S/ 1,162.51	S/ 1,211.86	S/ 1,330.36
<b>8</b>	S/ 586.95	S/ 1,220.64	S/ 1,272.45	S/ 1,396.88
<b>9</b>	S/ 616.30	S/ 1,281.67	S/ 1,336.07	S/ 1,466.73



**VAN Y TIR - SECTOR AZANGARO - AZANGARO RURAL**

<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
<b>10</b>	S/ 647.11	S/ 1,345.75	S/ 1,402.88	S/ 1,540.06
<b>11</b>	S/ 679.47	S/ 1,413.04	S/ 1,473.02	S/ 1,617.07
<b>12</b>	S/ 713.44	S/ 1,483.69	S/ 1,546.67	S/ 1,697.92
<b>13</b>	S/ 749.11	S/ 1,557.88	S/ 1,624.01	S/ 1,782.81
<b>14</b>	S/ 786.57	S/ 1,635.77	S/ 1,705.21	S/ 1,871.96
<b>15</b>	S/ 825.90	S/ 1,717.56	S/ 1,790.47	S/ 1,965.55
<b>16</b>	S/ 867.19	S/ 1,803.44	S/ 1,879.99	S/ 2,063.83
<b>17</b>	S/ 910.55	S/ 1,893.61	S/ 1,973.99	S/ 2,167.02
<b>18</b>	S/ 956.08	S/ 1,988.29	S/ 2,072.69	S/ 2,275.37
<b>19</b>	S/ 1,003.88	S/ 2,087.70	S/ 2,176.32	S/ 2,389.14
<b>20</b>	S/ 1,054.08	S/ 2,192.09	S/ 2,285.14	S/ 2,508.60
<b>21</b>	S/ 1,106.78	S/ 2,301.69	S/ 2,399.40	S/ 2,634.03
<b>22</b>	S/ 1,162.12	S/ 2,416.78	S/ 2,519.36	S/ 2,765.73
<b>23</b>	S/ 1,220.23	S/ 2,537.62	S/ 2,645.33	S/ 2,904.02
<b>24</b>	S/ 1,281.24	S/ 2,664.50	S/ 2,777.60	S/ 3,049.22
<b>25</b>	S/ 1,345.30	S/ 2,797.72	S/ 2,916.48	S/ 3,201.68
<b>VAN</b>	<b>-S/ 298.83</b>	<b>S/ 5,893.06</b>	<b>S/ 6,399.34</b>	<b>S/ 7,615.18</b>
<b>TIR</b>	<b>9%</b>	<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>21%</b>

Elaboración propia

Para el sector Azángaro – Azángaro Rural tendremos la suma del costo de la energía vendida al sistema demostrado en la tabla 19 y el monto ahorrado por autoconsumo anualmente calculado en la tabla 16, el resultado de la tabla 22 muestra que los clientes considerados en zona no residencial, el proyecto sería más viable con una ganancia de S/. 7,615.18 en la actualidad y con una TIR de 21% superior a la tasa de descuento tomada para este cálculo, la opción no viable sería para los clientes en zona residencial menor a 30 KWh, debido a que tendrían una pérdida actual de S/. 298.83 y con una TIR de 9% menor a la tasa de descuento.

**Tabla 22:** VAN y TIR para el sector de Ayaviri

<b>VAN Y TIR- SECTOR AYAVIRI</b>				
<b>AÑO</b>	<b>Residencial 0-30 (KWh)</b>	<b>Residencial 30-140 (KWh)</b>	<b>Residencial 140 a más (KWh)</b>	<b>No residencial (KWh)</b>
<b>0</b>	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03	-S/ 6,034.03
<b>1</b>	S/ 307.36	S/ 504.24	S/ 520.34	S/ 559.00
<b>2</b>	S/ 322.73	S/ 529.45	S/ 546.36	S/ 586.95
<b>3</b>	S/ 338.86	S/ 555.93	S/ 573.68	S/ 616.30
<b>4</b>	S/ 355.81	S/ 583.72	S/ 602.36	S/ 647.11
<b>5</b>	S/ 373.60	S/ 612.91	S/ 632.48	S/ 679.47
<b>6</b>	S/ 392.28	S/ 643.56	S/ 664.10	S/ 713.44
<b>7</b>	S/ 411.89	S/ 675.73	S/ 697.31	S/ 749.12
<b>8</b>	S/ 432.48	S/ 709.52	S/ 732.17	S/ 786.57
<b>9</b>	S/ 454.11	S/ 745.00	S/ 768.78	S/ 825.90
<b>10</b>	S/ 476.81	S/ 782.25	S/ 807.22	S/ 867.19
<b>11</b>	S/ 500.65	S/ 821.36	S/ 847.58	S/ 910.55
<b>12</b>	S/ 525.69	S/ 862.43	S/ 889.96	S/ 956.08
<b>13</b>	S/ 551.97	S/ 905.55	S/ 934.46	S/ 1,003.89
<b>14</b>	S/ 579.57	S/ 950.83	S/ 981.18	S/ 1,054.08
<b>15</b>	S/ 608.55	S/ 998.37	S/ 1,030.24	S/ 1,106.78
<b>16</b>	S/ 638.98	S/ 1,048.28	S/ 1,081.75	S/ 1,162.12
<b>17</b>	S/ 670.92	S/ 1,100.70	S/ 1,135.84	S/ 1,220.23
<b>18</b>	S/ 704.47	S/ 1,155.73	S/ 1,192.63	S/ 1,281.24
<b>19</b>	S/ 739.69	S/ 1,213.52	S/ 1,252.26	S/ 1,345.30
<b>20</b>	S/ 776.68	S/ 1,274.20	S/ 1,314.88	S/ 1,412.57
<b>21</b>	S/ 815.51	S/ 1,337.91	S/ 1,380.62	S/ 1,483.20
<b>22</b>	S/ 856.29	S/ 1,404.80	S/ 1,449.65	S/ 1,557.36
<b>23</b>	S/ 899.10	S/ 1,475.04	S/ 1,522.13	S/ 1,635.23
<b>24</b>	S/ 944.06	S/ 1,548.79	S/ 1,598.24	S/ 1,716.99
<b>25</b>	S/ 991.26	S/ 1,626.23	S/ 1,678.15	S/ 1,802.84
<b>VAN</b>	<b>-S/ 1,808.14</b>	<b>S/ 898.83</b>	<b>S/ 1,120.17</b>	<b>S/ 1,651.72</b>
<b>TIR</b>	<b>7%</b>	<b>11%</b>	<b>12%</b>	<b>13%</b>

Elaboración propia

Para el sector Ayaviri tendremos la suma del costo de la energía vendida al sistema demostrado en la tabla 19 y el monto ahorrado por autoconsumo anualmente calculado en la tabla 17, el resultado de la tabla 23 muestra que los clientes considerados en zona no residencial, el proyecto sería viable pero no tan atractivo por solo una ganancia de S/. 1,651.72 en la actualidad y con una TIR de 13% superior a la tasa de descuento tomada



para este cálculo, la opción no viable sería para los clientes en zona residencial menor a 30 KWh, debido a que tendrían una pérdida actual de S/. 1,808.14 y con una TIR de 7% menor a la tasa de descuento.

Los resultados mostrados para la viabilidad del proyecto de generación distribuida determinan que, para el sector Puno – Puno densidad baja para todos los usuarios con diferentes tarifas sería viable instalar módulos con generación distribuida, para el sector Azángaro – Azángaro Rural de todos los usuarios se exceptuaría solo a los que pertenecen a la tarifa residencial 0-30 KWh ya que en los demás casos sería viable y finalmente en el sector Ayaviri muestra indicadores bajos para implementar generación distribuida en especial a la tarifa residencial 0-30 KWh que no sería viable.

Los valores obtenidos variarían de acuerdo a la fuente de inversión con la que se contará para financiar este proyecto, se tendría que hacer un reajuste y ver la viabilidad final por sectores en la región Puno.

### **4.3. APORTE A LA NORMATIVA PERUANA**

#### **4.3.1. Marco normativo peruano actual**

Existen normas que promueven la generación distribuida en las actividades eléctricas en el Perú y está comprendido por las siguientes Normativas:

**Ley N° 28832, Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica.**

La presente Ley tiene por objeto perfeccionar las reglas establecidas en la Ley de Concesiones Eléctricas con la finalidad de asegurar la suficiencia de generación eficiente, propiciar la efectiva competencia en el mercado de generación y asegurar el abastecimiento oportuno y eficiente del suministro eléctrico para el Servicio Público de Electricidad.



### **Medidas para la promoción de la generación distribuida y cogeneración eficientes**

Específicamente se menciona en la octava disposición complementaria final que las actividades de generación distribuida y cogeneración interconectadas al SEIN se registrarán por las disposiciones que establezca el Reglamento:

- a. La venta de sus excedentes no contratados de energía al Mercado de Corto Plazo, asignados a los Generadores de mayor Transferencia en dicho mercado.
- b. El uso de las redes de distribución pagando únicamente el costo incremental incurrido.

### **Decreto Legislativo N° 1002, de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.**

El presente Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

#### **Pago por uso de redes de distribución**

En el artículo 6 del presente DL los Generadores con RER que tengan características de Cogeneración o Generación Distribuida conforme lo establezca el Reglamento, pagarán por el uso de redes de distribución conforme lo señala el inciso b, de la Octava Disposición Complementaria Final de la Ley N° 28832.

#### **Comercialización de energía y potencia generada con RER**

En el artículo 5 del decreto legislativo N° 1002 menciona que la generación de electricidad a partir de RER tiene prioridad para el despacho diario, para vender, total o parcialmente, la producción de energía eléctrica, los titulares de las instalaciones deberán colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo y para la fijación de la tarifa el



OSINERGMIN efectuará los cálculos correspondientes considerando la clasificación de las instalaciones por categorías y grupos según las características de las distintas.

### **Decreto Legislativo N° 1221, que Mejora la Regulación de la Distribución de Electricidad para Promover el Acceso a la Energía Eléctrica en el Perú.**

Este decreto legislativo muestra la modificatoria de diversos artículos de la Ley de Concesiones Eléctricas y mejora la regulación de la distribución de electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica en el Perú.

#### **Promoción de la generación distribuida**

En el numeral 2.1 del DL N° 1221 menciona que los usuarios del servicio público de electricidad que disponen de equipamiento de generación eléctrica renovable no convencional o de cogeneración, hasta la potencia máxima establecida para cada tecnología, tienen derecho a disponer de ellos para su propio consumo o pueden inyectar sus excedentes al sistema de distribución y en el numeral 2.2 ultima que la potencia máxima señalada en el numeral anterior, las condiciones técnicas, comerciales, de seguridad, regulatorias y la definición de las tecnologías renovables no convencionales que permitan la generación distribuida, entre otros aspectos necesarios, son establecidos en el reglamento específico sobre generación distribuida que aprueba el Ministerio de Energía y Minas.

#### **4.3.2. Aporte y consideraciones para la implementación de generación distribuida en el Perú**

##### **4.3.2.1. Actores que participarán en la generación distribuida**

Los actores que participarán en la implementación de la generación distribuida serán: El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional como coordinador de operación y de despacho del mercado eléctrico, el Ministerio de Energía y Minas como ente regulador y formulador de reglamentos para la GD, el Organismo



Supervisor de la Inversión en Energía y Minería como regulador de procedimientos de conexión y lineamientos para los involucrados en GD que serán supervisados por esta institución, las empresas de distribución eléctrica que se encargará de elaborar procedimientos de solicitud, conexión y operación de la GD y por último al usuario que tomara el rol de consumidor y productor de energía eléctrica.

#### **4.3.2.2. Condición y ubicación de los módulos de generación distribuida**

Los usuarios que reciben el servicio de energía eléctrica por las concesionarias pasaran a ser considerados como usuarios regulados al instalar esta tecnología y pueden ser registrados como personas naturales o jurídicas según sea el caso. Se recomendaría que la instalación sea en el mismo lugar de consumo y de forma individual o grupal de dos a más usuarios, lo que ayudaría a edificios, condominios, viviendas multifamiliares y otras comunas.

#### **4.3.2.3. Fuentes de generación para implementar la generación distribuida**

Según el D.L. 1221 indica las tecnologías a utilizar con recursos energéticos renovables como el mini hidráulico, geotérmico, biomasa, eólico, solar y hasta considera la fuente de cogeneración eficiente. Contribuyendo a la mitigación de gases contaminantes y promoción de recursos renovables no convencionales.

Se propondría tener como categorización a Micro generador distribuido con una potencia instalada menor a 20 KW conectadas a redes de baja tensión, al pequeño generador distribuido con una potencia mayor de 20 KW y menor de 200 KW conectadas a redes de baja o media tensión y gran generador distribuido en el margen mayor de 200 KW y menor de 2,5 MW conectado a la red de media tensión.

#### **4.3.2.4. Conexión y operación de la generación distribuida**

La “Ley de Concesión de Energía Eléctrica” (LCE) regula el principio de libre acceso a la red, en este sentido no es necesario proponer nuevas normas ni reformar las

existentes, ya que la normativa vigente se aplica a la generación distribuida. En caso de que el concesionario de distribución no permita la conexión de un tercero para generación distribuida, el usuario tiene la facultad para acudir al OSINERGMIN para una solicitud de conexión, el cual será el intercesor para que se suscriba un contrato de conexión y operación en el mercado.

En el reglamento de generación distribuida se debe considerar la firma de convenios de operación para instalaciones con generación distribuida, regulando así estos convenios.

#### **4.3.2.5. Permisos y concesiones para implementar generación distribuida**

De acuerdo con la Ley de Concesiones Eléctricas, cualquier persona natural o jurídica puede instalar y operar una central eléctrica de cualquier tipo de tecnología con una potencia máxima de 500 KW. Para el caso de generación distribuida no requiere permiso ni concesión por parte del MINEM, solo ser notificado. Tomando en consideración las potencias de 500 KW a 10 MW se requiere permiso emitido por el MINEM, y para potencias mayores a 10 MW se requiere concesión, para no exceder los límites permitidos y la denominación de usuario regulado.

#### **4.3.2.6. Método de venta de la energía inyectada a la red**

Existen tres tipos de métodos de contraprestación al implementar generación distribuida los cuales pueden funcionar en nuestro país y son:

- La medición neta de energía (Net metering); donde el cliente consume y genera energía eléctrica en un mismo contrato, en donde existe una compensación entre sí y solo hay una facturación.
- Facturación neta (Net billing); se presenta como la energía consumida por el cliente de la empresa distribuidora es independiente, la energía generada para la venta no se compensa y funciona bajo un contrato de



suministro. El presente método de contraprestación está rigiendo en Chile y les está funcionando muy bien hasta el momento, compensando la energía generada y los costos de por medio.

- Venta total de la energía; el cliente vende a la empresa distribuidora toda la energía generada en donde no existirá un contrato con la distribuidora.

#### **4.3.2.7. Medición de energía para generación distribuida**

Implementar medidores de energía electrónicos bidireccionales con función de comunicar a dispositivos portátiles o a una nube que genere una base de datos que ayudará a la transición energética a futuro para las redes inteligentes. Deberá incluirse los costos de reemplazo de los medidores actuales a los medidores bidireccionales con tolerancias respecto a la categorización propuesta.

#### **4.3.2.8. Promoción de la generación distribuida**

Para promover la generación distribuida se necesita regulación de mecanismos con las tarifas eléctricas, excepciones con los mecanismos tributarios y fondos de financiamiento para implementar la GD, se necesita implementar sistemas digitales de información, soporte virtual, calculadoras virtuales que puedan calcular la viabilidad de la implementación de la generación distribuida por sectores en todo el país, haciendo estimaciones y promocionando la generación distribuida con energías limpias en todo el Perú, así como también mostrar el potencial eléctrico por tipo de tecnología renovable no convencional.

### **4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

#### **4.4.1. Contrastación de hipótesis 1**

Para la contrastación de la primera hipótesis específica, se realizó una verificación del potencial eléctrico fotovoltaico y una cotización de módulos para generación distribuida que cubran el consumo eléctrico de los usuarios, se tiene:



- Hipótesis nula: Técnicamente no es viable la implementación de módulos fotovoltaicos con generación distribuida para la región Puno.
- Hipótesis alternativa: Técnicamente es viable la implementación de módulos fotovoltaicos con generación distribuida para la región Puno.

Para el presente contraste, se tiene resultados muy favorables respecto al potencial eléctrico en la región Puno con módulos que cubrirán el consumo eléctrico del usuario y generaran excedentes de energía para la venta en el mercado eléctrico, por ellos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que técnicamente es viable implementar la generación distribuida.

#### **4.4.2. Contratación de hipótesis 2**

Para la contratación de la segunda hipótesis específica, se realizó un análisis de viabilidad económica respecto a la inversión de los módulos fotovoltaicos y recuperación del capital, probando el VAN y TIR muy positivos, lo que resulta como rentable implementar la generación distribuida, mostrando una estimación de la venta de los excedentes al sistema que son muy optimistas y se tiene:

- Hipótesis nula: Económicamente no es viable para usuarios que implementen generación distribuida debido al autoconsumo y los excedentes de energía que se venden al sistema.
- Hipótesis alternativa: Económicamente es viable para usuarios que implementen generación distribuida debido al autoconsumo y los excedentes de energía que se venden al sistema.

Para el presente contraste, se tiene resultados muy rentables respecto al costo y beneficio dado por la generación eléctrica para autoconsumo y añadido a ello la venta de energía excedente generada hacia la red, por ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta



la hipótesis alternativa, concluyendo que es viable económicamente implementar la generación distribuida con un buen margen de utilidad para los usuarios.

#### **4.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Uno de los resultados más significativos de la presente investigación es la viabilidad de la implementación de generación distribuida con paneles fotovoltaicos debido a la existencia de un gran potencial eléctrico fotovoltaico en zonas rurales y urbanas de la región Puno, los indicadores son favorables para invertir en módulos de generación solar conectados a la red. Del Rosario (2022) en su estudio de Barreras a la cogeneración y a la generación distribuida en el Perú, No existe motivación para que los usuarios domésticos del servicio público de electricidad inviertan en el desarrollo de proyectos de micro generación distribuida, ya que, es necesaria la introducción de mecanismos de incentivos para fomentar la participación de estos usuarios. Los resultados muestran recuperación de 5 años al instalar kits solares aislados y esto se asemeja a los cálculos mostrados en los sectores de Puno – Puno baja densidad y Azángaro - Azángaro Rural. Concluyéndose que para ambos casos es determinante los contratos para venta del excedente de energía eléctrica para la recuperación del capital y generar rentabilidad a corto plazo



## V. CONCLUSIONES

En el análisis técnico del presente trabajo de investigación se identificó el gran potencial eléctrico fotovoltaico que tiene la región de Puno y se eligió el kit SMD1S opción más óptima de tres opciones cotizadas en el mercado, para implementar generación distribuida en zonas rurales y urbanas de la región, módulo con costos módicos y características que cubran la demanda eléctrica del usuario.

En el aspecto económico, los cálculos realizados con el módulo SMD1S en el sector de Puno – Puno densidad baja la implementación de la generación distribuida es viable en todos las tarifas consideradas para el estudio, en el sector de Azángaro – Azángaro rural es viable implementar la generación distribuida menos en los usuarios con consumo menor a 30 Kwh y en el sector de Ayaviri es viable implementar la generación distribuida menos en los usuarios con consumo menor a 30 Kwh debido a sus bajos índices de consumo y el alto costo del módulo.

Con un análisis de la normativa internacional, se determinó que los lineamientos necesarios para implementar la generación distribuida en el Perú, deben estar entre los aspectos regulatorios de conexión, operación y el más relevante es el régimen comercial. Existen vacíos legales en la normativa peruana en materia de generación distribuida debido al retraso en la aprobación de la norma propuesta, existen varios países en Latinoamérica que siguieron los pasos de los países europeos y actualmente es legal la operación e interacción como consumidor y vendedor de energía al sistema sin muchos vicios legales, ni técnicos.



## VI. RECOMENDACIONES

Considerar la certificación y control de calidad de los paneles solares, para comprobar diferentes parámetros que conlleve a una confiabilidad del sistema a instalar, encargar a una institución especializada en el ámbito nacional o internacional para que regule este aspecto y que la generación distribuida tenga una implementación adecuada en el aspecto técnico.

Se recomienda que las instalaciones de los módulos en zonas urbanas sean estudiadas minuciosamente por profesionales especialistas, para que el factor de sombra no afecte y para aprovechar al máximo el potencial eléctrico de los módulos, así poder llegar a las estimaciones del presente estudio. Tomando como opción instalar un sistema de generación comunitario con un único lugar para su implementación y que compartan beneficios entre todos.

Los especialistas en el sector energía deberían de impulsar esta iniciativa y nuevas tecnologías que ayuden al desarrollo del país y así ayudar también en el cierre de brechas sociales del sector eléctrico, necesario para una transición energética a gran escala.

Las autoridades ejecutivas y legislativas deben de proponer de interés nacional el desarrollo y reglamentación de más tecnologías en el sector eléctrico, principalmente la propuesta sobre generación distribuida.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, H., & Rai, J. (2022). Protection Coordination of Distributed System with Distributed Generation. *International Conference on Intelligent Controller and Computing for Smart Power (ICICCSP)*. Hyderabad, India: IEEE. doi:10.1109/ICICCSP53532.2022.9862512
- Altamirano Fernández, J. (2021). Smart grid para el aseguramiento de la calidad en la red de distribución eléctrica rural Amazonas – Cajamarca. *Repositorio Universidad Cesar Vallejo*, 1-99. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86286>
- Bayati, N., & Savaghebi, M. (2022). A Transient Component-Based Technique for Fault Detection in Distributed Generation Systems. *IEEE 13th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG)*. Kiel, Germany: IEEE. doi:10.1109/PEDG54999.2022.9923155
- Benito , R., Huanachin, J., & Rodríguez, J. (2019). Una propuesta basada en Smart Grid para mejorar la electrificación rural en el Perú. *Repositorio Universidad ESAN*, 1-116. Obtenido de [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1706/2019\\_MAT\\_P\\_17-2\\_16\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1706/2019_MAT_P_17-2_16_T.pdf?sequence=1)
- Bouزيد, A., Sicard, P., Paquin, J.-N., & Yamane, A. (2016). A robust control strategy for parallel-connected distributed generation using real-time simulation. *IEEE 7th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG)*. Vancouver, BC, Canada: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/PEDG.2016.7527055>



- Calonge, R. (2022). Regulación de la generación distribuida en el Perú. *Revista de estudiantes boletín ita ius esto*, 3. Obtenido de <http://www.itaiusesto.com/index.php/inicio/article/view/32/36>
- Chae, W., Kim, J., Cho, J., & Park, J. (2012). Optimal Interconnection Device for Distributed Energy Resources of Customer. *3rd IEEE International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG)* (págs. 1-5). Aalborg, Denmark: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/PEDG.2012.6254104>
- CNE. (2011). *Código Nacional de Electricidad*. Ministerio de Energía y Minas.
- Colak, I., Bayindir, R., & Sagiroglu, S. (2020). The Effects of the Smart Grid System on the National Grids. *8th IEEE International Conference on Smart Grid*, 1-5. doi:<https://doi.org/10.1109/icSmartGrid49881.2020.9144891>
- Cóndor, H. (2020). Generación distribuida con energías renovables en Perú. *Repositorio de la Universidad de Piura*, 1-123. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4782/MAS\\_IME\\_SEA\\_2001.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4782/MAS_IME_SEA_2001.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Correa, R., Asano, P., Benedito, R., Chung, H., & Jonathan, S. (2018). Financial impact of solar distributed generation's growth on distribution companies revenue. *Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (SBSE)*. IEEE: Niteroi, Brazil. doi:<https://doi.org/10.1109/SBSE.2018.8395777>
- Del Rosario, E. (2022). Barreras a la cogeneración y a la generación distribuida en el Perú. *Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú*, 1-113. Obtenido de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24345/DEL%20ROSARIO\\_QUINTEROS\\_EDUARDO\\_RAUL\\_MG%20%281%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24345/DEL%20ROSARIO_QUINTEROS_EDUARDO_RAUL_MG%20%281%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y)



- ELECTRO PUNO. (2020). *Antecedentes, actividad económica y principales contratos*.
- ENDESA. (2015). *Fundación Endesa*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educacion/recursos/generacion-distribuida>
- Gamio, P. (2021). La reforma pendiente en energía: generación distribuida. *THĒMIS*, 1-20.
- García Pinargote, D. F., Benítez Sornoza, G. J., Vázquez Pérez, A., & Rodríguez Gámez, M. (2021). La generación distribuida y su regulación en el Ecuador. *Brazilian Journals of Business*, 3(3), 2017-2030. doi:DOI: 10.34140/bjbv3n3-001
- Gonzales Zamora, V. (2019). Marco normativo para la generación distribuida en el Perú. *CITE Energía*, 1-6. Obtenido de <http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2016/09/Ing.-Victor-Gonzales-Zamora-2.pdf>
- Grajeda, L. (2018). Análisis de la eficiencia técnica y económica de los sistemas eléctricos rurales del Perú utilizando Generación Distribuida. *Repositorio de la Universidad del Pacífico*, 1-68. Obtenido de [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2314/Luis\\_Tesis\\_Maestria\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2314/Luis_Tesis_Maestria_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guillén Navarrete, H. R., & Alonzo García, A. (2020). Análisis del marco legal de la generación distribuida en América Latina y Nicaragua, para la incorporación de aparatos de medición inteligente. *Nexo Revista Científica*, 33(01), 51-68. doi:<https://doi.org/10.5377/nexo.v33i01.10045>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. *Mcgraw-Hill*, 1-634.
- IBERDROLA. (2021). *El autoconsumo eléctrico, ¿conoces sus claves y las posibilidades que ofrece?*



- Jing, H., Bibin, H., & Kai, M. (2019). A Development Situation Early Warning Method of Distributed Generation in China. *IEEE 8th International Conference on Advanced Power System Automation and Protection (APAP)*. Xi'an, China: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/APAP47170.2019.9225084>
- Matos, M., & Vargas, E. (2019). La generación distribuida como forma de acceder al autoconsumo eléctrico a pequeña escala. 1-27. Obtenido de <http://www.santivanez.com.pe/wp-content/uploads/2019/10/La-generación-distribuida-como-forma-de-acceder-al-autoconsumo-eléctrico-a-pequeña-escala.pdf>
- Minango, M. (2014). Modelo para el análisis técnico-económico de la factibilidad de microcentrales eólicas para generación distribuida. *Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito*, 1-181. Obtenido de [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7476/6/UPS%20-%20KT00883.pdf?fbclid=IwAR36TVv2GnkulFXcCFWEpLaAbPVNQdF\\_9peRtxiFapRCV6SHCIu2XM8UFU0](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7476/6/UPS%20-%20KT00883.pdf?fbclid=IwAR36TVv2GnkulFXcCFWEpLaAbPVNQdF_9peRtxiFapRCV6SHCIu2XM8UFU0)
- Orga, G. (2009). Análisis de la Generación Distribuida y su tratamiento regulatorio en el Perú. *Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú*, 1-152. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3556/Orga%20Araujo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OSINERGMIN. (2017). La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático. *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería*, 1-157. Obtenido de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-)



10anos.pdf?fbclid=IwAR2LZTPxWD61cEOtC75\_86-N-

bke1GpY6pflk5ov89\_1AU0KIb3SBDjrtQM

OSINERGMIN. (2018). Generación distribuida: marco normativo comparado para Perú, Chile, Colombia y México. *Reporte de análisis económico sectorial*, 1-18.

OSINERGMIN. (2019). Energías renovables: Experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética. *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería*, 1-143. Obtenido de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf?fbclid=IwAR1CAnkFt2SY4FCjYFr6WP3Fc22jUzRb1pDcmY\\_dxQvhSfwsSicq5Wgd4Fw](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf?fbclid=IwAR1CAnkFt2SY4FCjYFr6WP3Fc22jUzRb1pDcmY_dxQvhSfwsSicq5Wgd4Fw)

Pacheco, A., Reyes, A., Reyes, O., & Añaños, M. (2020). Implementation of Smart Grids: Limitations and Regulations. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8, 5494-5498. doi:10.35940/ijrte.F1217.038620

Padrón, P., & Vara, N. (2019). Análisis técnico-económico para la aplicación de generación distribuida mediante sistemas fotovoltaicos. *Repositorio de la Universidad Tecnológica Nacional*, 1-138. Obtenido de <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4008/Análisis%20técnico%20económico%20para%20la%20aplicación%20de%20generación%20distribuida%20mediante%20sistemas%20fotovoltaicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3hhdC0xscrafLnIRphC5yvVGqEgyk5Lff>

Ramos, E. (2020). La generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación. *Forseti*, 07-35. doi:<https://doi.org/10.21678/forseti.v8i11.1255>

REPSOL. (2022). *Las redes inteligentes, pieza clave para la descarbonización*.



- Rossini Loza, L. (s.f.). Regulación de la generación distribuida según el tratado de funcionamiento de la Unión Europea aplicado al caso específico de España. 1-20. Obtenido de <http://www.santivanez.com.pe/wp-content/uploads/2019/10/REGULACION%CC%81N-DE-LA-GENERACION%CC%81N-DISTRIBUIDA-.pdf>
- Scheepers, G., Akumu, A., Nnachi, A., Jordaan, J., & Mubatanhema, W. (2020). Differential Protection of Distributed Generation Interfaced Network. *IEEE PES/IAS PowerAfrica*. Nairobi, Kenya: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/PowerAfrica49420.2020.9219956>
- Sena, S., & Kumar, J. (2022). An Approach to Detect Islanding in Photovoltaic Based Distributed Generation Systems using Sequence Components of Voltage. *IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)*. Ballari, India: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ICDCECE53908.2022.9792918>
- Serna, L. (Julio de 2021). Análisis de impacto regulatorio del esquema tarifario óptimo para la implementación de la generación eléctrica distribuida en el Perú. *Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú*, 1-57. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/24345>
- Strbac, Goran. (2006). Technical and commercial integration of Distributed Generation: Review of recent developments in the UK. *2006 IEEE Power Engineering Society General Meeting* (pág. 1). Montreal, Canada: IEEE. doi:[10.1109/PES.2006.1709579](https://doi.org/10.1109/PES.2006.1709579)
- Vyawahare, D., & Chandorkar, M. (2015). Distributed generation system with hybrid inverter interfaces for unbalanced loads. *IEEE 6th International Symposium on*



- Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG)*. Aachen, Germany: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/PEDG.2015.7223104>
- Wong, J., Ramos, J., & Vega, J. (2019). *Distributed Generation & Alternative Energy Journal*. Simpsonville: Editorial Office. doi:<https://doi.org/10.1080/21563306.2019.12054392>
- Xiaoqun, D., Jiahong, W., & Feng, Z. (2009). Optimal location and capacity of distributed generation based on scenario probability. *International Conference on Sustainable Power Generation and Supply* (págs. 1-5). Nanjing, China: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/SUPERGEN.2009.5348224>
- Yaurivilca , J. (2021). Microgeneración distribuida fotovoltaica para mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico en el alimentador A4401 de la subestación Chupaca-2021. *Repositorio de la Universidad Continental*, 1-99. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10520/1/IV\\_FIN\\_109\\_TE\\_Yaurivilca\\_Rojas\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10520/1/IV_FIN_109_TE_Yaurivilca_Rojas_2021.pdf)
- Yuan, J., Shen, J., Pan, L., Zhao, C., & Kang, J. (2014). Smart grids in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 896-906. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.051>
- Zhao, H., Liu, G., Jia, H., Yang, Z., & Fan, S. (2013). Optimal dispatching of distributed generation based on demand response programs. *2nd IET Renewable Power Generation Conference (RPG 2013)* (págs. 1-4). Beijing: IET. doi:<https://doi.org/10.1049/cp.2013.1799>
- Zhu, S., Geng, L., Zheng, J., Wang, X., Choi, D., & Li, Y. (2009). Selection Method of Transformer Interconnecting Distributed Generation and Distribution Networks. *Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific* (págs. 1-4). Seoul, Korea: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/TD-ASIA.2009.5356889>

## ANEXOS

### Anexo 1. Catálogo del Kit SMD1S



**KIT SMD1S**

**USD\$ 1.694,00**  
NO INCLUYE IGV

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene directamente de la radiación solar mediante un panel solar que a su vez la transforma en energía eléctrica. Nuestro Kit de energía solar es la mejor alternativa económica para poder reducir el consumo de energía que se tiene durante el día aprovechando directamente la energía que se puede obtener del sol.

### KIT ENERGIA SOLAR ONGRID

GENERA TU PROPIA ENERGÍA

Con los Kits solares fotovoltaicos de autoconsumo ahorrarás en tu factura de la luz a la vez que ayudas en la sostenibilidad del planeta.



### EL KIT INCLUYE

- A** Panel Solar (03)  
**340W** *Prostar*
- B** Inversor Solar (01)  
**1KW** *Growatt*
- C** Smart Meter (01)
- D** Tablero Eléctrico (01)  
+ Protecciones
- E** Kit de cableado y accesorios
- F** Estructura de Aluminio
- G** Guia de instalación y Montaje

Consigue un ahorro considerable, gracias a nuestros kits solares ongrid, compuestos por paneles fotovoltaicos, inversor y medidor inteligente, y disponibles en diferentes versiones de acuerdo a sus necesidades energéticas.



# KIT SMD1S

**USD\$ 1.694,00**  
NO INCLUYE IGV

## POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

CIUDAD			
	Producción en Invierno Kwh/mes	Producción Promedio Kwh/mes	Producción en Verano Kwh/mes
Amazonas Chachapoyas	102.5	112.76	125.44
Ancash Huaraz	135.84	147.34	159.83
Apurimac Abancay	111.31	131.89	150.24
Arequipa	127.87	156.48	190.41
Ayacucho	134.56	150.77	169.00
Cajamarca	118.55	127.64	138.71
Cusco	121.00	138.35	151.06
Huancavelica	121.00	141.04	156.10
Huanuco	118.36	133.32	143.38
Ica	109.14	143.09	171.80
Junin Huancayo	127.51	146.34	160.87
La Libertad Trujillo	92.01	126.21	149.82
Lambayeque Chiclayo	108.25	140.52	162.83
Lima - Callao	69.17	115.29	154.17
Loreto Iquitos	103.98	114.60	127.13
Madre de Dios Puerto Maldonado	100.75	115.41	128.76
Moquegua	124.34	161.43	195.32
Pasco Cerro de Pasco	120.19	137.39	152.98
Piura	109.41	132.70	150.20
Puno	142.17	168.44	194.14
San Martin Moyobamba	86.06	104.34	116.24
Tacna	109.07	149.72	183.33
Tumbes	108.45	124.25	142.97
Ucayali Pucallpa	101.96	116.85	130.33

\* La producción del Kit Solar está calculada según los datos meteorológicos de referencia, considerando una inclinación 0° y orientación norte 0°

## Anexo 2. Catálogo del Kit SMD2S



# KIT SMD2S

USD\$ 2.547,00  
INCLUYE IGV

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene directamente de la radiación solar mediante un panel solar que a su vez la transforma en energía eléctrica. Nuestro Kit de energía solar es la mejor alternativa económica para poder reducir el consumo de energía que se tiene durante el día aprovechando directamente la energía que se puede obtener del sol.

## KIT ENERGIA SOLAR ONGRID

GENERA TU PROPIA ENERGÍA

Con los Kits solares fotovoltaicos de autoconsumo ahorrarás en tu factura de la luz a la vez que ayudas en la sostenibilidad del planeta.



## EL KIT INCLUYE

- A** Panel Solar (06)  
**340W** *Frostar*
- B** Inversor Solar (01)  
**2 KW** *Growatt*
- C** Smart Meter (01)
- D** Tablero Eléctrico (01)  
+ Protecciones
- E** Kit de cableado y accesorios
- F** Estructura de Aluminio (6)
- G** Guía de instalación y Montaje

Consigue un ahorro considerable, gracias a nuestros kits solares ongrid, compuestos por paneles fotovoltaicos, inversor y medidor inteligente, y disponibles en diferentes versiones de acuerdo a sus necesidades energéticas.



# KIT SMD2S

**USD\$ 2.547,00**  
INCLUYE IGV

## POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO



CIUDAD	Producción en Invierno Kwh/mes	Producción Promedio Kwh/mes	Producción en Verano Kwh/mes
Amazonas Chachapoyas	205.0	225.52	250.88
Ancash Huaraz	271.68	294.68	319.66
Apurímac Abancay	222.62	263.78	300.48
Arequipa	255.74	312.95	380.82
Ayacucho	269.12	301.53	338.00
Cajamarca	237.10	255.28	277.42
Cusco	242.00	276.69	302.12
Huancavelica	242.00	282.08	312.20
Huanuco	236.72	266.64	286.76
Ica	218.28	286.18	343.6
Junín Huancayo	255.02	292.69	321.74
La Libertad Trujillo	184.02	252.42	299.64
Lambayeque Chiclayo	216.50	281.05	325.66
Lima - Callao	138.34	230.58	308.34
Loreto Iquitos	207.96	229.20	254.26
Madre de Dios Puerto Maldonado	201.50	230.82	257.52
Moquegua	248.68	322.86	390.64
Pasco Cerro de Pasco	240.38	274.79	305.96
Piura	218.82	265.40	300.40
Puno	284.34	336.89	388.28
San Martín Moyobamba	172.12	208.67	232.48
Tacna	218.14	299.44	366.66
Tumbes	216.90	248.50	285.94
Ucayali Pucallpa	203.92	233.69	260.66

\* La producción del Kit Solar está calculada según los datos meteorológicos de referencia, considerando una inclinación 0° y orientación norte 0°

### Anexo 3. Catálogo del Kit SMD3S



## KIT SMD3S

USD\$ 3.364,00  
INCLUYE IGV

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene directamente de la radiación solar mediante un panel solar que a su vez la transforma en energía eléctrica. Nuestro Kit de energía solar es la mejor alternativa económica para poder reducir el consumo de energía que se tiene durante el día aprovechando directamente la energía que se puede obtener del sol.

### KIT ENERGIA SOLAR ONGRID

GENERA TU PROPIA ENERGÍA

Con los Kits solares fotovoltaicos de autoconsumo ahorrarás en tu factura de la luz a la vez que ayudas en la sostenibilidad del planeta.



### EL KIT INCLUYE

- A** Panel Solar (09)  
**340W Frostar**
- B** Inversor Solar (01)  
**3 KW Growatt**
- C** Smart Meter (01)
- D** Tablero Eléctrico (01)  
+ Protecciones
- E** Kit de cableado y accesorios
- F** Estructura de Aluminio (9)
- G** Guía de instalación y Montaje

Consigue un ahorro considerable, gracias a nuestros kits solares ongrid, compuestos por paneles fotovoltaicos, inversor y medidor inteligente, y disponibles en diferentes versiones de acuerdo a sus necesidades energéticas.



# KIT SMD3S

**USD\$ 3.364,00**

INCLUYE IGV

## POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

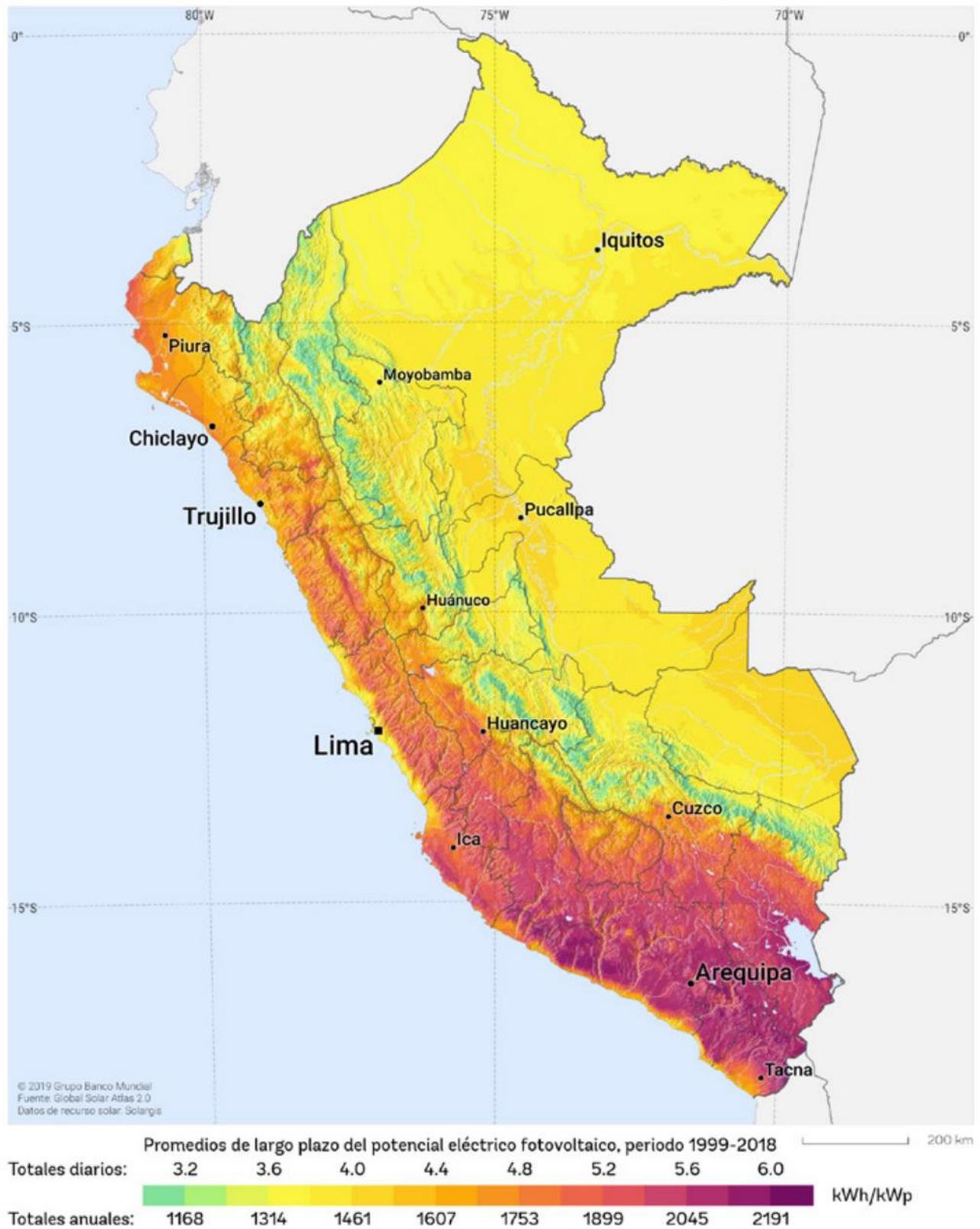
CIUDAD	Producción en Invierno Kwh/mes	Producción Promedio Kwh/mes	Producción en Verano Kwh/mes
Amazonas Chachapoyas	307.50	338.29	376.32
Ancash Huaraz	407.52	442.02	479.49
Apurimac Abancay	333.93	395.67	450.72
Arequipa	383.61	469.43	571.23
Ayacucho	403.68	452.30	507.00
Cajamarca	355.65	382.93	416.13
Cusco	363.00	415.04	453.18
Huancavelica	363.00	423.12	468.30
Huanuco	355.08	399.96	430.14
Ica	327.42	429.28	515.14
Junin Huancayo	382.53	439.03	482.61
La Libertad Trujillo	276.03	378.63	449.46
Lambayeque Chiclayo	324.75	421.57	488.49
Lima - Callao	207.51	345.87	462.51
Loreto Iquitos	311.94	343.79	381.39
Madre de Dios Puerto Maldonado	302.25	346.23	386.28
Moquegua	373.02	484.30	585.96
Pasco Cerro de Pasco	360.57	412.18	458.94
Piura	328.23	398.11	450.60
Puno	426.51	505.33	582.42
San Martín Moyobamba	258.18	313.01	348.72
Tacna	327.21	449.17	549.99
Tumbes	325.35	372.75	428.91
Ucayali Pucallpa	305.88	350.54	390.99

\* La producción del Kit Solar está calculada según los datos meteorológicos de referencia, considerando una inclinación 0° y orientación norte 0°

[www.solarmodul.pe](http://www.solarmodul.pe)

Ca. Ramon Castilla G-31 Lurín - Lima

### Anexo 4. Potencial eléctrico fotovoltaico en el Perú





## Anexo 6. Decreto Legislativo N°1221



El Peruano / Jueves 24 de setiembre de 2015

NORMAS LEGALES

562083

(...)

m. Desarrollar acciones de evaluación del Patrimonio Forestal de la Nación que permitan obtener la evidencia probatoria objetiva sobre su estado de afectación que dará sustento para el desarrollo de los procesos de fiscalización y sanción.

n. Realizar el seguimiento y supervisión de la implementación de las medidas establecidas en la evaluación.

p. Aprobar el Plan Anual de Evaluación y Seguimiento del cumplimiento de la legislación vigente en materia forestal y de fauna silvestre, de obligatorio cumplimiento por parte las autoridades con competencias en materia forestal.

q. Las demás establecidas en la presente Ley.

### Artículo 145.- Potestad fiscalizadora y sancionadora

Otorgase potestad fiscalizadora y sancionadora a las autoridades regionales forestales y de fauna silvestre en el ámbito de su competencia territorial y conforme a la Ley 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.

El SERFOR fiscaliza y sanciona las infracciones a la legislación forestal y de fauna silvestre vinculadas a los procedimientos administrativos a su cargo, conforme a la presente Ley y su reglamento.

**PRIMERA.** Las unidades de aprovechamiento ubicadas en los bosques de producción permanente, que no hayan sido otorgadas durante los segundos concursos públicos o que hayan sido revertidas al Estado a la fecha de vigencia de la presente Ley, se otorgan a través de un proceso transparente, abreviado y que cuente con las previsiones necesarias de pre publicación y difusión, a fin de permitir la participación de todos los interesados.

(...)

La presente disposición complementaria transitoria rige durante los siguientes cinco años desde la entrada en vigencia de la presente Ley».

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla, dando cuenta al Congreso de la República.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintitrés días del mes de setiembre del año dos mil quince.

OLLANTA HUMALA TASSO  
Presidente de la República

PEDRO CATERIANO BELLIDO  
Presidente del Consejo de Ministros

JUAN MANUEL BENITES RAMOS  
Ministro de Agricultura y Riego

MANUEL PULGAR-VIDAL OTÁLORA  
Ministro del Ambiente

ALONSO SEGURA VASI  
Ministro de Economía y Finanzas

JOSÉ LUIS PÉREZ GUADALUPE  
Ministro del Interior

1291565-10

### DECRETO LEGISLATIVO N° 1221

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

Que, mediante Ley N° 30335, el Congreso de la República ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar en materia administrativa, económica y financiera, por el término de noventa (90) días calendario;

Que, en ese sentido el literal c) del artículo 2 del citado dispositivo legal, establece la facultad de legislar sobre el perfeccionamiento de la regulación y demás aspectos de las actividades de generación, distribución eléctrica, electrificación rural, así como dictar el marco general para la interconexión internacional de los sistemas eléctricos y el intercambio de electricidad;

Que, en dicho marco, resulta conveniente dictar disposiciones destinadas a mejorar la regulación de la distribución de electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica en el Perú;

De conformidad con lo establecido en el literal c) del artículo 2 de la Ley N° 30335 y el artículo 104 de la Constitución Política del Perú;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

Con cargo a dar cuenta al Congreso de la República;

Ha dado el Decreto Legislativo siguiente:

### DECRETO LEGISLATIVO QUE MEJORA LA REGULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD PARA PROMOVER EL ACCESO A LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL PERÚ

#### CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

**Artículo 1.- Modificación de los artículos 6, 7, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 64, 66, 67, 70, 72, 82, 83, 85 y 90 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas.**

Modifíquese los artículos 6, 7, 22, 23, 25, 26, 29, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 64, 66, 67, 70, 72, 82, 83, 85 y 90 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, de acuerdo con el siguiente texto:

“**Artículo 6.-** Las concesiones y autorizaciones serán otorgadas por el Ministerio de Energía y Minas, que establece para tal efecto un Registro Único de Concesiones Eléctricas a nivel nacional, en el cual se inscriben las concesiones otorgadas y las solicitudes en trámite presentadas ante el Ministerio y los Gobiernos Regionales”.

“**Artículo 7.-** Las actividades de generación, transmisión y distribución, que no requieren de concesión ni autorización, pueden ser efectuadas libremente cumpliendo las normas técnicas y disposiciones de conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación.

El titular debe comunicar obligatoriamente al Ministerio de Energía y Minas la información referente a la actividad eléctrica que desempeña, según lo establecido en el Reglamento”.

“**Artículo 22.-** La concesión definitiva y la autorización se otorgan por plazo indefinido para el desarrollo de las actividades eléctricas. El plazo de las concesiones definitivas que se otorgan como resultado de una licitación pública realizada por el Ministerio de Energía y Minas o la entidad a que este encargue es el plazo fijado en la propia licitación, siendo como máximo treinta años”.

“**Artículo 23.-** Se puede otorgar concesión temporal para la ejecución de estudios de factibilidad. Su otorgamiento permite utilizar bienes de uso público y el derecho de obtener la imposición de servidumbre temporal. El titular asume la obligación de realizar estudios de factibilidad relacionados con las actividades de generación y transmisión; específicamente, la de realizar estudios de centrales de generación, subestaciones o líneas de transmisión, cumpliendo un cronograma de estudios.

El plazo de vigencia de la concesión temporal es de dos (2) años, pudiendo extenderse una (1) sola vez, a solicitud del titular, hasta por un (1) año adicional, sólo cuando el cronograma de estudios no haya sido cumplido por razones de fuerza mayor o caso fortuito.

La concesión temporal se otorga por Resolución Ministerial de Energía y Minas y su plazo de vigencia se cuenta desde la fecha de publicación de la resolución de otorgamiento.

Al vencimiento del plazo se extingue de pleno derecho.

La solicitud de concesión temporal, así como la de extensión del plazo, se sujetan a los requisitos, condiciones y garantías establecidos en el Reglamento correspondiente”.

“**Artículo 25.-** La solicitud para la obtención de concesión definitiva, será presentada al Ministerio de

Energía y Minas, con los siguientes datos y requisitos:

- a) Identificación y domicilio legal del solicitante. Si es persona jurídica debe presentar la Escritura Pública de Constitución Social y certificado de vigencia del poder de su representante legal, debidamente inscritos en los Registros Públicos;
- b) Autorización del uso de recursos naturales de propiedad del Estado, cuando corresponda;
- c) Memoria descriptiva y planos completos del proyecto, con los estudios del proyecto a un nivel de factibilidad, por lo menos;
- d) Calendario de ejecución de obras, con la indicación del inicio y la puesta en operación comercial;
- e) Presupuesto del proyecto;
- f) Especificación de las servidumbres requeridas;
- g) Delimitación de la zona de concesión en coordenadas UTM (WGS84) y contrato formal de suministro de energía, en el caso de concesiones de distribución;
- h) Resolución aprobatoria del Instrumento Ambiental;
- i) Garantía de Fiel Cumplimiento de ejecución de obras que señale el Reglamento;
- j) Sustento verificable del compromiso de inversionistas para el aporte de capital con fines de la ejecución de las obras, tratándose de concesión de generación;
- k) Informe favorable emitido por una entidad Clasificadora de Riesgo calificada, respecto de la solvencia financiera del solicitante, tratándose de concesión de generación;
- l) Certificado de conformidad del Estudio de Pre-Operatividad emitido por el COES, cuando corresponda.

En el proceso de las Licitaciones Públicas a que se refiere el artículo 22, se consideran, los requisitos pertinentes establecidos en el presente artículo.

Luego de la evaluación correspondiente, conforme se disponga en el Reglamento, y que hayan sido cumplidos los requisitos de admisibilidad, la solicitud será admitida a trámite ordenándose la publicación del aviso, la que se efectuará por dos (2) días consecutivos, por cuenta del peticionario, en el Diario Oficial "El Peruano" y en uno de los diarios de mayor circulación donde se ubica la concesión.

En los casos establecidos en el artículo 22, el contrato de concesión definitiva se regirá por el Calendario de ejecución de obras contenido en el contrato derivado de la Licitación Pública.

Adicionalmente al requisito exigido en el literal b) del presente artículo, en caso de utilización de recursos hídricos, el Ministerio de Energía y Minas debe emitir un informe favorable sobre la gestión eficiente de la cuenca para fines de producción hidroeléctrica, en la que se desarrolle el proyecto, que considere la máxima capacidad de generación eléctrica que es posible aprovechar del referido recurso y que privilegie el aprovechamiento hidroenergético óptimo de la cuenca hidrográfica, considerando criterios técnicos, económicos y ambientales, previo a la emisión de la resolución correspondiente. El reglamento puede considerar otros aspectos con el fin de asegurar la óptima utilización de los recursos energéticos renovables.

En la evaluación de las solicitudes de otorgamiento de concesión que se presenten ante los Gobiernos Regionales se debe verificar que no exista superposición o concurrencia de solicitudes en trámite o concesiones otorgadas a favor del solicitante o de terceros, para cuyo efecto el Ministerio de Energía y Minas emite su opinión y determina la continuación del trámite ante la instancia correspondiente.

La aprobación de solicitudes de modificación de concesiones o autorizaciones, cuando corresponda, están sujetas a la actualización de los requisitos y verificación de las condiciones previstas en el presente artículo y las normas de inversión privada correspondientes.

**"Artículo 26.-** Si dentro del término de quince (15) días hábiles, posteriores a la última publicación del aviso de una solicitud de concesión definitiva, se presentaran otras solicitudes para la misma concesión, se seleccionará la solicitud que debe continuar con el procedimiento de solicitud de concesión definitiva, de acuerdo con el procedimiento de concurrencia establecido en el Reglamento.

En caso de existir dos (2) o más solicitantes que se encuentren en la misma condición, únicamente estos

podrán participar en el procedimiento de concurrencia conforme al Reglamento".

**"Artículo 28.-** La solicitud de concesión que cumpla con los requisitos establecidos en el artículo 25, debe resolverse en un plazo máximo de sesenta días hábiles a partir de la fecha de su presentación. En caso de concesiones definitivas para generación que utilicen recursos hídricos, la solicitud debe resolverse en un plazo máximo de ciento veinte días hábiles a partir de la fecha de su presentación. La presentación de los incidentes que se promuevan suspenderá el plazo señalado en el presente artículo hasta que queden resueltos.

La concesión definitiva será otorgada por Resolución Ministerial de Energía y Minas o por el Gobierno Regional cuando corresponda".

**"Artículo 29.-** La concesión adquiere carácter contractual cuando el peticionario suscribe el contrato correspondiente, el que debe elevarse a escritura pública en un plazo máximo de sesenta días hábiles, contado a partir del día siguiente de la fecha de publicación de la Resolución Ministerial. El titular está obligado a entregar al Ministerio un testimonio de la escritura pública con la Constancia de inscripción en el Registro de Concesiones para la Explotación de Servicios Públicos, dentro del plazo de veinte (20) días hábiles desde la fecha de inscripción.

El contrato deberá contener, cuando menos, el nombre y domicilio del concesionario, derechos y obligaciones, condiciones, calendario de ejecución de obras con la indicación del inicio y la puesta en operación comercial, servidumbres, zonas de concesión cuando corresponda, causales de caducidad y demás disposiciones de la presente Ley y del Reglamento que le sean aplicables.

El contrato deberá contener, cuando menos, el nombre y domicilio del concesionario, derechos y obligaciones, condiciones, calendario de ejecución de obras con la indicación del inicio y la puesta en operación comercial, zona de concesión cuando corresponda, causales de caducidad y demás disposiciones de la presente Ley y del Reglamento que le sean aplicables.

El contrato de concesión definitiva recogerá las cláusulas pertinentes del contrato de concesión que se suscribe como resultado de una licitación pública realizada por el Ministerio de Energía y Minas o la entidad a que éste encargue. Las modificaciones que se realicen en el contrato derivado de la licitación pública deben ser incluidas en el contrato de concesión definitiva, en lo pertinente".

**"Artículo 30.-** La actividad de distribución de Servicio Público de Electricidad en una zona determinada, solo puede ser desarrollada por un solo titular con carácter exclusivo. La concesión de distribución no puede ser reducida sin autorización del Ministerio de Energía y Minas.

El concesionario de distribución puede efectuar ampliaciones de su zona de concesión. Para tal efecto, está obligado a presentar al Ministerio de Energía y Minas, previamente, un informe que señale la delimitación de la zona donde efectuará la ampliación, acompañado del Calendario de Ejecución de Obras y de la correspondiente garantía de fiel cumplimiento que señale el Reglamento, así como del plano de la nueva área delimitada con coordenadas UTM (WGS84).

Desde la fecha de publicación del aviso de ampliación que se efectúe conforme al Reglamento, el concesionario adquiere la exclusividad para el desarrollo de la actividad de distribución en la zona delimitada de ampliación y asume las obligaciones de los concesionarios de distribución.

El procedimiento administrativo de regularización de una ampliación de la zona de concesión, con el objeto de incorporar la nueva zona al contrato de concesión, terminará cuando se haya concluido la ejecución de las obras de la ampliación, conforme al Calendario de Ejecución de Obras.

Los casos de electrificación de zonas comprendidas dentro de los alcances del inciso a) del artículo 34 y de los centros poblados ubicados fuera de una zona de concesión, que no sean objeto de procedimiento de ampliación de zona de concesión por parte de los concesionarios de distribución existentes, se rigen por lo dispuesto en la Ley N° 28749, Ley de Electrificación Rural.

Adicionalmente a la concesión, mediante resolución ministerial, el Ministerio de Energía y Minas determina



para cada concesionario de distribución, una Zona de Responsabilidad Técnica (ZRT), según las condiciones previstas en el Reglamento;

La ZRT comprende áreas definidas geográficamente para lograr el acceso al servicio eléctrico de todos los habitantes del país, las cuales preferentemente consideran el límite del ámbito de las Regiones donde opera el concesionario respectivo.

Los proyectos de electrificación que se ejecuten dentro de la ZRT deben ser previamente aprobados, por el concesionario de distribución respectivo, conforme al procedimiento y criterios previstos en el Reglamento. En el caso de proyectos de inversión pública, el incumplimiento de lo antes dispuesto, por parte del solicitante, conlleva responsabilidad funcional.

El concesionario de distribución tiene la prioridad para ejecutar los proyectos de electrificación que se realicen dentro de la ZRT bajo su responsabilidad. En todos los casos, el concesionario de distribución debe participar en la promoción, planificación y supervisión de los proyectos de electrificación, conforme lo establezca el Reglamento.

En caso las obras le sean transferidas al concesionario de distribución, éste asume las obligaciones para el desarrollo y administración de la actividad de distribución, debiendo ampliar su zona de concesión conforme al marco legal aplicable. La transferencia de las obras se hará a Valor Nuevo de Reemplazo del Sistema Económicamente Adaptado.

Las redes rurales existentes a la entrada en vigencia de esta Ley que no cumplan con el Código Nacional de Electricidad, normas técnica, ambientales, municipales u otra pertinente deberán ser saneadas por el Estado antes de ser transferidas al concesionario de distribución.

La ampliación de cobertura eléctrica dentro de la ZRT se desarrolla bajo el marco de la Ley N° 28749, Ley de Electrificación Rural, y otros regímenes aplicables. La transferencia de los bienes de las obras ejecutadas por el Estado al correspondiente concesionario de distribución será en un plazo máximo de doce (12) años, antes de lo cual el concesionario de distribución asumirá su administración, debiendo reconocérsele los costos de operación y mantenimiento reales auditados, conforme lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1207. Durante el período indicado, ADINELSA asumirá la titularidad a título gratuito y las obras ejecutadas serán incorporadas en la correspondiente regulación tarifaria a un Valor Nuevo de Reemplazo inicial igual a cero. En las posteriores regulaciones se incorporan las inversiones ejecutadas por el concesionario de distribución para su ampliación y reposición de equipos conforme los defina el Reglamento.

Con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 30 de la presente Ley y artículo 14 de la Ley N° 28749, Ley de Electrificación Rural, las empresas distribuidoras deben implementar contabilidad separada, diferenciando los Sistemas Eléctricos Rurales que administra del resto de sistemas eléctricos de distribución a su cargo".

**"Artículo 31.-** Tanto los titulares de concesión como los titulares de autorización, están obligados a:

- Efectuar los estudios y/o la ejecución de las obras cumpliendo los plazos señalados en el cronograma correspondiente;
- Conservar y mantener sus obras e instalaciones en condiciones adecuadas para su operación eficiente, de acuerdo a lo previsto en el contrato de concesión, o de acuerdo a las normas que emita el Ministerio de Energía y Minas, según corresponda;
- Aplicar los precios regulados que se fijen de conformidad con las disposiciones de la presente Ley;
- Presentar la información técnica y económica a los organismos normativos y reguladores en la forma y plazos fijados en el Reglamento;
- Cumplir con las disposiciones del Código Nacional de Electricidad y demás normas técnicas aplicables;
- Facilitar las inspecciones técnicas a sus instalaciones que dispongan los organismos normativos y reguladores;
- Contribuir al sostenimiento de los organismos normativos y reguladores mediante aportes fijados por la autoridad competente que, en conjunto, no podrán ser superiores al uno por ciento (1 %) de sus ventas anuales;
- Cumplir con las normas de conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación, y;
- Operar sus instalaciones de acuerdo a las normas

de coordinación del Comité de Operación Económica del Sistema (COES)".

**"Artículo 34.-** Los Distribuidores están obligados a:

- Suministrar electricidad a quien lo solicite dentro de su zona de concesión o a aquellos que lleguen a dicha zona con sus propias líneas, en un plazo no mayor de un (1) año y que tengan carácter de Servicio Público de Electricidad;
- Garantizar la demanda para sus usuarios regulados por los siguientes veinticuatro (24) meses como mínimo;
- Garantizar la calidad del servicio que fije su contrato de Concesión y las normas aplicables;
- Permitir la utilización de todos sus sistemas y redes por parte de terceros para el transporte de electricidad, excepto cuando tenga por objeto el suministro de electricidad a Usuarios Regulados dentro o fuera de su zona de concesión, en las condiciones establecidas en la presente Ley y en el Reglamento;
- Cumplir con las obligaciones establecidas para las ZRT".

**"Artículo 36.-** La concesión definitiva caduca cuando:

- El concesionario no acredite dentro del plazo señalado, la inscripción del contrato de concesión en el Registro de Concesiones para la Explotación de Servicios Públicos;
- El concesionario no cumpla con ejecutar las obras conforme al Calendario de Ejecución de Obras, salvo que demuestre que la ejecución ha sido impedida por la ocurrencia de caso fortuito o fuerza mayor calificada como tal por el Ministerio de Energía y Minas o, se apruebe un calendario garantizado de ejecución de obras por única vez, el cual debe acompañarse de una garantía adicional, según las condiciones previstas en el Reglamento;
- El concesionario deje de operar sus instalaciones sin causa justificada, por 876 horas acumuladas durante un año calendario;
- El concesionario de generación o de transmisión luego de haberse aplicado las sanciones correspondientes, no opere sus instalaciones de acuerdo a las normas de coordinación del Comité de Operación Económica del Sistema, salvo autorización expresa del Ministerio de Energía y Minas por causa debidamente justificada;
- El Distribuidor, luego de haberse aplicado las multas correspondientes, no cumpla con la obligación señalada en el inciso b) del artículo 34° o con dar servicio de acuerdo a los estándares de calidad establecidos en su contrato de concesión;
- El concesionario de distribución, no acredite la garantía de suministro por el plazo previsto en el inciso b) del artículo 34° de la presente Ley, salvo que haya convocado a licitaciones públicas de acuerdo a la normativa vigente y no haya obtenido ofertas para cubrir el total de sus requerimientos por el plazo indicado;
- El reiterado incumplimiento de pago a las empresas generadoras por el abastecimiento de energía y potencia destinadas al Servicio Público de Electricidad, siempre y cuando dicho pago no se encuentre en controversia."

**"Artículo 37.-** La caducidad será sancionada por Resolución Ministerial refrendada por el Ministro de Energía y Minas. En este caso se dispondrá su intervención administrativa en forma provisional, a fin de asegurar la continuidad de sus operaciones. Los derechos y los bienes de la concesión serán subastados públicamente. Del valor obtenido en la subasta, se deducirán los gastos incurridos y el saldo será entregado al ex concesionario. Los acreedores de la concesión declarada en caducidad, no podrán oponerse por ningún motivo a la subasta antes señalada".

**"Artículo 38.-** Las autorizaciones que cumplan los requisitos serán otorgadas mediante Resolución Ministerial del sector por un plazo indefinido, dentro de los treinta (30) días hábiles de presentada la solicitud La solicitud deberá estar acompañada de lo siguiente:

- Identificación y domicilio legal del solicitante Si es persona jurídica debe presentar la Escritura Pública de Constitución Social y el poder de su representante legal, debidamente inscritos en los Registros Públicos;

- b) Resolución aprobatoria del Instrumento Ambiental;
- c) Memoria descriptiva y planos completos del proyecto, con los estudios del proyecto a un nivel de factibilidad, por lo menos;
- d) Calendario de Ejecución de Obras con la indicación del inicio y la puesta en operación comercial;
- e) Presupuesto del Proyecto;
- f) Información técnica con fines estadísticos que consistirá, cuando menos en lo siguiente: potencia instalada de la central, número de unidades de generación, tipo de cada unidad de generación, modelo de cada unidad de generación, caudal de diseño, consumo específico de combustible, tipo de combustible; tratándose de centrales de generación en uso o repotenciadas se presentarán también los registros históricos de operación e información relevante que sustente un adecuado desempeño operativo;
- g) La garantía de fiel cumplimiento de ejecución de obras que señale el Reglamento;
- h) Sustento verificable del compromiso de inversionistas para el aporte de capital con fines de la ejecución de las obras;
- i) Informe favorable emitido por una entidad Clasificadora de Riesgo Calificada, respecto de la solvencia financiera del inversionista;
- j) Certificado de conformidad del Estudio de Pre-Operatividad emitido por el COES, cuando corresponda.

El Reglamento establece los mecanismos de control para verificar su cumplimiento”.

“**Artículo 64.-** El Valor Agregado de Distribución (VAD) se basa en una empresa modelo eficiente con un nivel de calidad preestablecido en las normas técnicas de calidad y considera los siguientes componentes:

- a) Costos asociados al usuario, independientes de su demanda de potencia y energía;
- b) Pérdidas estándares de distribución en potencia y energía, y;
- c) Costos estándares de inversión mantenimiento y operación asociados a la distribución, por unidad de potencia suministrada.

Adicionalmente al VAD, se incorpora un cargo asociado a la innovación tecnológica en los sistemas de distribución equivalente a un porcentaje máximo de los ingresos anuales que tengan como objetivo el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica y/o eficiencia energética, los cuales son propuestos y sustentados por las empresas y aprobados por OSINERGMIN, debiéndose garantizar la rentabilidad de los mismos durante su vida útil considerando la tasa a la que se refiere el artículo 79 de la presente Ley. Tratándose de proyectos que reemplacen a instalaciones existentes deberá garantizarse el reconocimiento de los costos remanentes de estos últimos en caso no hayan cumplido su vidas útil.

El Reglamento define los límites para este rubro, así como los criterios técnicos y económicos, oportunidad, compensaciones tarifarias y el plazo de duración de la compensación tarifaria.

“**Artículo 66.-** El VAD se calcula individualmente para cada concesionario de distribución que preste el servicio a más de cincuenta mil suministros, de acuerdo al procedimiento que fije el Reglamento.

Para los demás concesionarios de distribución, el VAD se calcula de forma agrupada, conforme le aprobado por el Ministerio de Energía y Minas a propuesta de OSINERGMIN, de acuerdo al procedimiento que fije el Reglamento”.

“**Artículo 67.-** Los componentes señalados en el artículo 64, se calculan para cada empresa concesionaria de distribución con más de cincuenta mil usuarios y para el resto de concesionarios de distribución conforme se señala en el artículo precedente, mediante estudios de costos presentados por los concesionarios de distribución, de acuerdo con los Términos de Referencia estandarizados que son elaborados por OSINERGMIN. Dichos Términos de Referencia deben ser publicados para recibir comentarios u opiniones de los interesados por un plazo de hasta cuarenta y cinco días hábiles, debiendo ser aprobados a los noventa días hábiles desde

su publicación, acompañándose la matriz de comentarios recibidos y la evaluación de cada uno de los mismos.

OSINERGMIN deberá realizar la evaluación de los estudios de costos considerando criterios de eficiencia de las inversiones y de la gestión de un concesionario operando en el país, considerando el cumplimiento del ordenamiento jurídico en general, especialmente las normas ambientales, de seguridad y salud en el trabajo, laborales, de transportes y municipales aplicables en su zona de concesión; entre otras.

OSINERGMIN puede modificar sólo aquellos aspectos de los estudios de costos presentados que habiendo sido oportunamente observadas no hubiesen sido absueltos por concesionarios de distribución. Para ello acompañará el sustento de la evaluación a cada una de las observaciones realizadas”.

“**Artículo 70.-** OSINERGMIN calcula la Tasa Interna de Retorno considerando un periodo de análisis de 25 años. Dicho cálculo tiene lugar para cada concesionario que cuente con un estudio individual del VAD conforme se señala en el Artículo 66 de la presente Ley. En los demás casos dicho cálculo se realiza para el conjunto de concesionarios.

La Tasa interna de Retorno se determina evaluando:

- a) Los ingresos que habrían percibido si se hubiesen aplicado los Precios Básicos a la totalidad de los suministros en el ejercicio inmediato anterior;
- b) Los costos de operación y mantenimiento exclusivamente del sistema de distribución, para el ejercicio inmediato anterior, incluyendo las pérdidas, y;
- c) El Valor Nuevo de Reemplazo de las instalaciones de cada empresa, con un valor residual igual a cero.

En la evaluación de la Tasa Interna de Retorno se incorporan los beneficios obtenidos por la empresa en los proyectos de innovación tecnológica”.

“**Artículo 72.-** Considerando los Valores Agregados de Distribución definitivos de cada concesionario, OSINERGMIN fija y publica las tarifas definitivas de distribución correspondientes y sus fórmulas de reajuste mensual, las que entran en vigencia el 1 de noviembre.

El Valor Agregado de Distribución cuenta adicionalmente con un factor de reajuste que promueve el mejoramiento de la calidad de servicio. El cumplimiento de estos indicadores se revisa anualmente y no debe exceder el porcentaje del VAD que se define en el Reglamento. Los factores de reajuste se aplican como incentivo o penalidad sobre el cumplimiento de las metas anuales, conforme lo define el Reglamento.

Este reajuste contará con un periodo de adecuación el cual partirá desde los valores reales de los indicadores de calidad de cada concesionario de distribución hasta el valor objetivo.

El incumplimiento de la calidad de suministro originará el pago de compensaciones a los clientes de acuerdo a lo que establezca el Reglamento, no generando adicionalmente la imposición de multas”.

“**Artículo 82.-** Todo solicitante, ubicado dentro de una zona de concesión de distribución tendrá derecho a que el respectivo concesionario le suministre energía eléctrica, previo cumplimiento de los requisitos y pagos que al efecto fije la presente Ley y el Reglamento, conforme a las condiciones técnicas que rijan en el área.

Corresponde al propietario del predio asumir el pago de las deudas a que se refiere el inciso a) del artículo 90° más los intereses respectivos que se devenguen hasta su total cancelación.

Las deudas por consumo que se generen ante la omisión del concesionario de efectuar el corte a que se refiere el literal a) del artículo 90° deberán ser cobradas por el concesionario al usuario que efectivamente se benefició con dicho consumo, salvo que haya sido el mismo propietario.

El propietario del predio será responsable solidario en el pago de la deuda cuando ésta haya sido generada por su inquilino o cualquier poseedor que cuente con su autorización para hacer uso del predio o cuando transfiera el predio y no comunique de este hecho al concesionario.

El concesionario no podrá suspender por falta de pago el suministro de energía a los hospitales y cárceles, sin perjuicio de las acciones de cobro que inicie a las respectivas entidades estatales”.

**“Artículo 83.-** Para la dotación de nuevos suministros o ampliación de una potencia contratada, el concesionario podrá exigir una contribución, con carácter reembolsable, para el financiamiento de la extensión de las instalaciones hasta el punto de entrega y/o para la ampliación de la capacidad de distribución necesaria.

Estas contribuciones tendrán las siguientes modalidades, que deberán ser determinadas previo acuerdo entre el concesionario y el usuario.

a) Aportes por kW, previamente fijado por el concesionario para los diferentes casos;

b) Construcción de las obras de extensión por el solicitante, previa aprobación del proyecto por el concesionario, fijándose el valor nuevo de reemplazo de estas instalaciones en la oportunidad de aprobar el proyecto; y,

c) Financiamiento por el solicitante para ejecutar las obras requeridas, al valor determinado por el concesionario, obligándose éste a ejecutarlas en un plazo determinado”.

**“Artículo 85.-** En los casos de solicitantes pertenecientes a zonas habitadas o agrupaciones de viviendas que cuenten con habilitación urbana, o en su defecto, cuenten con planos de lotización, trazado de vías, así como la constancia de posesión; éstos aprobados y emitidos por la Municipalidad correspondiente; y que en ambos casos tengan un índice de ocupación predial -habitabilidad - mayor o igual a cuarenta por ciento (40%); corresponde al concesionario ejecutar, a su costo, todas las obras definitivas de la red primaria, red secundaria y alumbrado público que sean necesarias.

En los casos referidos en el párrafo anterior, cuando dicho índice de ocupación predial sea menor al cuarenta por ciento (40%), la ejecución de las obras corresponde a los interesados, conforme al proyecto previamente aprobado y bajo la supervisión de la empresa concesionaria que atiende el área. En estos casos, las instalaciones serán recibidas por el concesionario, fijándose en tales oportunidades el monto de la contribución con carácter reembolsable correspondiente al Valor Nuevo de Reemplazo (VNR), para efectos de reembolsar al interesado, de acuerdo a lo establecido por el artículo 84° de la presente Ley de Concesiones Eléctricas, correspondiendo efectuar la devolución de contribuciones reembolsables a partir de la fecha en que el índice de ocupación predial sea mayor o igual a cuarenta por ciento (40%).

En los casos de nuevas habilitaciones urbanas y electrificación de nuevas agrupaciones de vivienda, promovidas por el Estado o por inversionistas privados, corresponde a los interesados ejecutar las obras correspondientes a la red secundaria y alumbrado público, conforme al proyecto previamente aprobado y bajo la supervisión de la empresa concesionaria que atiende el área. En estos casos, las instalaciones serán recibidas por el concesionario fijándose en tal oportunidad el monto de la contribución con carácter reembolsable correspondiente al Valor Nuevo de Reemplazo (VNR), para efectos de reembolsar al interesado, de acuerdo a lo establecido por el artículo 84° de la presente Ley, correspondiendo efectuar la devolución de contribuciones reembolsables a partir de la fecha en que el índice de ocupación predial sea mayor o igual a cuarenta por ciento (40%).

Al momento de efectuar la devolución de las contribuciones reembolsables, éstas serán actualizadas con los factores de reajuste de las tarifas.

En el caso de zonas habitadas que no cuentan con la habilitación urbana o agrupaciones de viviendas que no dispongan de certificados de posesión ni de planos de lotización y trazado de vías aprobado por la respectiva Municipalidad, los interesados podrán solicitar al concesionario la instalación de suministros provisionales de venta en bloque en baja tensión, de conformidad con el procedimiento establecido en el Reglamento de la presente Ley.

**“Artículo 90.-** Los concesionarios podrán efectuar el corte inmediato del servicio, sin necesidad de aviso previo al usuario ni intervención de las autoridades competentes, en los siguientes casos:

a) Cuando estén pendientes el pago de comprobantes debidamente notificados de dos meses derivados de la

prestación del Servicio Público de Electricidad, con los respectivos intereses y moras;

b) Cuando se consuma energía eléctrica sin contar con la previa autorización de la empresa o cuando se vulnere las condiciones del suministro; y,

c) Cuando se ponga en peligro la seguridad de las personas o las propiedades por desperfecto de las instalaciones involucradas; estando ellas bajo administración de la empresa, o sean instalaciones internas de propiedad del usuario.

d) Cuando el usuario incumpla las distancias de seguridad establecidas en las normas técnicas. En este caso, el concesionario, bajo responsabilidad, debe comunicar el corte a OSINERGMIN, entidad que debe verificar el incumplimiento alegado por el concesionario, en los plazos establecidos en el reglamento. El reglamento determina las sanciones aplicables ante un corte injustificado del servicio o la ausencia de comunicación de dicho hecho.

Los concesionarios deberán enviar las respectivas notificaciones de cobranza a los usuarios que se encuentren con el suministro cortado, en la misma oportunidad en que lo realiza para los demás usuarios, quedando facultados a cobrar un cargo mínimo mensual.

El OSINERGMIN fijará periódicamente los importes por concepto de corte y reconexión de acuerdo a lo que establezca el Reglamento”.

#### **Artículo 2.- Generación Distribuida.**

2.1 Los usuarios del servicio público de electricidad que disponen de equipamiento de generación eléctrica renovable no convencional o de cogeneración, hasta la potencia máxima establecida para cada tecnología, tienen derecho a disponer de ellos para su propio consumo o pueden inyectar sus excedentes al sistema de distribución, sujeto a que no afecte la seguridad operacional del sistema de distribución al cual está conectado.

2.2 La potencia máxima señalada en el numeral anterior, las condiciones técnicas, comerciales, de seguridad, regulatorias y la definición de las tecnologías renovables no convencionales que permitan la generación distribuida, entre otros aspectos necesarios, son establecidos en el reglamento específico sobre generación distribuida que aprueba el Ministerio de Energía y Minas.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

##### **PRIMERA.- Reglamentación.**

En un plazo de ciento veinte días calendario desde la entrada en vigencia del presente Decreto Legislativo, el Ministerio de Energía y Minas emite las disposiciones reglamentarias correspondientes.

##### **SEGUNDA.- Vigencia.**

El presente decreto legislativo entra en vigencia al día siguiente de su publicación, con excepción de lo dispuesto en el artículo 2, el mismo que entrará en vigencia a la fecha de publicación del reglamento específico a que se refiere el citado artículo.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS**

##### **PRIMERA.- Ejercicio del derecho preferente de concesiones temporales**

Las personas jurídicas que a la fecha de publicación de la presente norma, cuentan con el derecho preferente para solicitar concesión definitiva por haber sido titulares de una concesión temporal emitida en el marco de lo dispuesto por el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, podrán ejercer el citado derecho bajo el marco legal vigente a la fecha de publicación de la respectiva resolución de concesión temporal.

##### **SEGUNDA.- Vigencia del VAD**

Excepcionalmente, y de forma justificada, mediante Resolución Ministerial a propuesta del OSINERGMIN, el Ministerio de Energía y Minas, puede prorrogar la vigencia del VAD correspondiente al período 2013-2017, por un plazo máximo de dos años, para todos o algunos de los titulares de distribución eléctrica, a fin



## Anexo 7. Decreto Legislativo N° 1002

### Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables

#### DECRETO LEGISLATIVO N° 1002

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

Que, el Congreso de la República por Ley N° 29157 y de conformidad con el Artículo 104 de la Constitución Política del Perú ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de legislar sobre materias específicas, con la finalidad de facilitar la implementación del Acuerdo de Promoción Comercial Perú - Estados Unidos y su Protocolo de Enmienda, y el apoyo a la competitividad económica para su aprovechamiento, siendo algunas de las materias de delegación la mejora del marco regulatorio, el fortalecimiento institucional, la modernización del Estado, la promoción de la inversión privada, el impulso a la innovación tecnológica, así como el fortalecimiento institucional de la Gestión Ambiental;

Que, la economía peruana viene experimentando un incremento sostenido, que a su vez genera una mayor demanda de energía eléctrica, cuyas tasas han sido de 8,3% en 2006 y 10,8% en 2007. Se estima que hasta el 2015 la tasa promedio anual de crecimiento será de 7,3%, por lo que, teniendo en cuenta la entrada en vigencia del TLC PERÚ - EEUU; los requerimientos de nueva oferta de generación para dicho año se estiman en más de 3 600 MW, para ello, la opción más limpia y beneficiosa es promover que una parte importante de dicha oferta sea con energías renovables, en lugar de la generación de electricidad con derivados del petróleo y gas natural, por ser estas fuentes no renovables y contaminantes;

Que, el fomento de las energías renovables, eliminando cualquier barrera u obstáculo para su desarrollo, implica fomentar la diversificación de la matriz energética, constituyendo un avance hacia una política de seguridad energética y de protección del medio ambiente, siendo de interés público dar un marco legal en el cual se desarrollen estas energías que alienten estas inversiones y modifique las normas vigentes que no han sido efectivas al carecer de alicientes mínimos previstos en la legislación comparada;

Que, la presente iniciativa normativa traerá beneficios adicionales tales como la implementación de un marco de fomento de la inversión privada, eliminando barreras a esta actividad energética, la preservación del medio ambiente con la producción de energías limpias, contribuyendo a lograr efectos positivos a nivel global y, al mismo tiempo, alcanzar una condición mínima de desarrollo de la economía peruana, la cual necesita una mayor seguridad en la disponibilidad de energía;

Que, es necesario dictar incentivos para promover la inversión en la generación de electricidad con el uso de fuentes de energía renovable, incentivar la investigación científica e innovación tecnológica, además de la realización de proyectos que califiquen como Mecanismos de Desarrollo Limpio y, de obtener éstos su registro, los respectivos Certificados de Reducción de Emisiones - CRE pueden ser negociables con empresas de los países industrializados que contabilizarán estas reducciones de GEI como parte de las metas cuantitativas a que se comprometieron con el Protocolo de Kyoto;

De conformidad con lo establecido en el artículo 104 de la Constitución Política del Perú;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros y con cargo a dar cuenta al Congreso de la República;

Ha dado el Decreto Legislativo siguiente:



## **DECRETO LEGISLATIVO DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

### **Artículo 1.- Objeto**

El presente Decreto Legislativo tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

El presente Decreto Legislativo es de aplicación a la actividad de generación de electricidad con RER que entre en operación comercial a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo. La obtención de los derechos eléctricos correspondientes, se sujeta a lo establecido en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento y normas complementarias.

Podrán acogerse a lo dispuesto en el presente Decreto Legislativo las nuevas operaciones de empresas que utilicen RER como energía primaria, previa acreditación ante el Ministerio de Energía y Minas.

### **Artículo 2.- Declaratoria de interés nacional y participación de la energía con RER en la matriz de generación de electricidad**

2.1 Declárese de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de RER.

2.2 El Ministerio de Energía y Minas establecerá cada cinco (5) años un porcentaje objetivo en que debe participar, en el consumo nacional de electricidad, la electricidad generada a partir de RER, no considerándose en este porcentaje objetivo a las centrales hidroeléctricas. Tal porcentaje objetivo será hasta el cinco por ciento (5%) en cada uno de los años del primer quinquenio.

### **Artículo 3.- Recursos Energéticos Renovables (RER)**

Para efectos del presente Decreto Legislativo, se entiende como RER a los recursos energéticos tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico y mareomotriz. Tratándose de la energía hidráulica, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW.

### **Artículo 4.- Autoridades competentes**

El Ministerio de Energía y Minas es la autoridad nacional competente encargada de promover proyectos que utilicen RER.

Los Gobiernos Regionales podrán promover el uso de RER dentro de sus circunscripciones territoriales, en el marco del Plan Nacional de Energías Renovables.

### **Artículo 5.- Comercialización de energía y potencia generada con RER**

La generación de electricidad a partir de RER tiene prioridad para el despacho diario de carga efectuado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES), para lo cual se le considerará con costo variable de producción igual a cero (0).

Para vender, total o parcialmente, la producción de energía eléctrica, los titulares de las instalaciones a los que resulte de aplicación el presente Decreto Legislativo deberán colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo, al precio que resulte en dicho mercado, complementado con



la prima fijada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) en caso que el costo marginal resulte menor que la tarifa determinada por el OSINERGMIN.

Para la fijación de la tarifa y la prima indicadas en el párrafo precedente, el OSINERGMIN efectuará los cálculos correspondientes considerando la clasificación de las instalaciones por categorías y grupos según las características de las distintas RER. La tarifa y la prima se determinan de tal manera que garanticen una rentabilidad no menor a la establecida en el artículo 79 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas.

#### **Artículo 6.- Pago por uso de redes de distribución**

Los Generadores con RER que tengan características de Cogeneración o Generación Distribuida conforme lo establezca el Reglamento, pagarán por el uso de redes de distribución conforme lo señala el inciso b) de la Octava Disposición Complementaria Final de la Ley N° 28832.

#### **Artículo 7.- Determinación de las tarifas reguladas de generación aplicables a las RER**

7.1 El OSINERGMIN subastará la asignación de primas a cada proyecto con generación RER, de acuerdo a las pautas fijadas por el Ministerio de Energía y Minas. Las inversiones que concurren a la subasta incluirán las líneas de transmisión necesarias a su conexión al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

7.2 La diferencia, para cubrir las tarifas establecidas para las RER, será obtenida como aportes de los usuarios a través de recargos en el Peaje por conexión a que se refiere el Artículo 61 de la Ley de Concesiones Eléctricas. Los respectivos generadores recibirán esta diferencia vía las transferencias que efectuará el COES, según el procedimiento que se establece en el Reglamento.

7.3 OSINERGMIN establecerá anualmente el recargo esperado en el Peaje por Conexión, en el cual se incluirá la liquidación del recargo del año anterior.

7.4 El OSINERGMIN establecerá los costos de conexión necesarios para la integración de un nuevo productor que alimente a la red interconectada mediante electricidad generada a partir de RER.

#### **Artículo 8.- Despacho y acceso a las redes eléctricas de transmisión y distribución**

En caso de existir capacidad en los sistemas de transmisión y/o distribución del SEIN, los generadores cuya producción se basa sobre RER tendrán prioridad para conectarse, hasta el límite máximo del porcentaje anual objetivo que el Ministerio de Energía y Minas determine conforme al artículo 2 de este Decreto Legislativo.

#### **Artículo 9.- Servidumbres**

Los titulares de concesiones de generación de energía eléctrica con RER tendrán el derecho de solicitar al Ministerio de Energía y Minas la imposición de servidumbres de conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

#### **Artículo 10.- Investigación sobre energías renovables**

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y los Gobiernos Regionales, implementará los mecanismos y acciones correspondientes para el desarrollo de proyectos de investigación sobre



## Anexo 8. Ley N° 28832

### LEY PARA ASEGURAR EL DESARROLLO EFICIENTE DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA

#### LEY N° 28832

Publicada en el Diario Oficial El Peruano el 23/07/2006.

#### Modificaciones:

1. Ley N° 28958, publicada el 20/01/2007.
2. Ley N° 29162, publicada el 20/12/2007.
3. Decreto Legislativo N° 1002, publicado el 02/05/2008.
4. Decreto Legislativo N° 1041, publicado el 26/06/2008.

#### Concordancias:

1. [Decreto Ley N° 25844](#), publicado El 19/11/1992
2. [Decreto Supremo N° 051-2006-EM](#), publicado el 02/09/2006.
3. Decreto Supremo N° 069-2006-EM, publicado el 28/11/2006.
4. Decreto Supremo N° 027-2008-EM, publicado el 03/05/2008.
5. [Decreto Supremo N° 027-2007-EM](#), publicado el 17/05/2007.
6. Resolución de Consejo Directivo OSINERGMIN N° 180-2007-OS-CD, publicada el 25/04/2007.
7. Resolución Ministerial N° 116-2008-MEM-DM, publicada el 04/03/2008.
8. Resolución N° 167-2007-OS-CD, publicada el 11/04/2007.
9. [Decreto Supremo N° 020-2007-EM](#), publicado el 14/04/2007.
10. [Decreto Supremo N° 001-2008-EM](#), publicado el 05/12/2008.
11. Decreto de Urgencia N° 046-2007, publicado el 25/11/2007.
12. [Decreto Supremo N° 036-2007-EM](#), publicado el 12/07/2007.
13. [Decreto Supremo N° 019-2007-EM](#), publicado el 06/04/2007.
14. Resolución N° 180-2007-OS-CD, publicada el 25/04/2007.
15. Resolución Directoral 16218-2007-MTC-15, publicada el 05/01/2008.
16. Resolución OSINERGMIN N° 688-2008-OS/CD, publicada el 26/12/2008

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA POR CUANTO:

El Congreso de la República

ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

### LEY PARA ASEGURAR EL DESARROLLO EFICIENTE DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA

#### Capítulo Primero Disposiciones Generales

#### Artículo 1°.- Definiciones

Para efectos de la presente Ley, todas las expresiones que contengan palabras, ya sea en plural o singular, y que empiezan con mayúscula, tienen los significados que se indican a continuación y son aplicables a los artículos del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas (LCE):

1. **Agentes.-** Denominación genérica dada al conjunto de Generadores, Transmisores, Distribuidores y Usuarios Libres.
2. **Base Tarifaria.-** Monto anual a reconocer por las instalaciones del Sistema Garantizado de Transmisión que se utilizará para el cálculo de las tarifas y compensaciones de transmisión.
3. **Capacidad.-** Se considerará como sinónimo de potencia.
4. **COES.-** El Comité de Operación Económica del Sistema.
5. **Cogeneración.-** Proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, en el cual la energía eléctrica está destinada al consumo propio o de terceros.



- 6. Precio en Barra de Sistemas Aislados.-** Costo medio de generación y transmisión correspondientes a la inversión, operación y mantenimiento del conjunto de Sistemas Aislados de una empresa, en condiciones de eficiencia.
- 7. Costos de Explotación.-** Son los costos de operación, mantenimiento, renovación y reposición necesarios para mantener la vida útil y la calidad de servicio de las instalaciones durante el nuevo periodo de concesión.
- 8. Demanda.-** Demanda de potencia y/o energía eléctrica.
- 9. Distribuidor.-** Titular de una concesión de distribución.
- 10. Generador.-** Titular de una concesión o autorización de generación. En la generación se incluye la cogeneración y la generación distribuida.
- 11. Generación Distribuida.-** Instalación de Generación con capacidad no mayor a la señalada en el reglamento, conectada directamente a las redes de un concesionario de distribución eléctrica.
- 12. Grandes Usuarios.-** Usuarios Libres con una potencia contratada igual o superior a 10MW, o agrupaciones de Usuarios Libres cuya potencia contratada total sume por lo menos 10MW.
- 13. Interconexión Regional.-** Sistema de transmisión eléctrica destinada a intercambios de electricidad entre Agentes de países vecinos.
- 14. Ley de Concesiones Eléctricas (LCE).-** Decreto Ley N° 25844 [T.198,§143], promulgado el 6 de noviembre de 1992, y sus modificatorias.
- 15. Licitación.-** Proceso de concurso público para el suministro de electricidad en condiciones de competencia, que posibilitará la suscripción de contratos con las características que se señalan en el artículo 8° de la presente Ley.
- 16. Mercado de Corto Plazo.-** Mercado en el cual se realizan las Transferencias de potencia y energía, determinadas por el COES.
- 17. Ministerio.-** Ministerio de Energía y Minas.
- 18. NTCSE.-** Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- 19. OSINERG.-** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía.
- 20. Peaje de Transmisión.-** Es la diferencia entre la compensación que remunera la parte de la Base Tarifaria asignada a los Usuarios y el Ingreso Tarifario. Se calcula para cada instalación.
- 21. Plan de Transmisión.-** Estudio periódico, aprobado por el Ministerio, que identifica, mediante un análisis centralizado, los requerimientos de equipamiento de transmisión necesarios para mantener o mejorar la calidad, fiabilidad, seguridad o economía del sistema para un horizonte no mayor de diez (10) años. Este estudio tiene como producto un plan recomendado de obras de transmisión que considere los diversos escenarios de la expansión de la generación y de crecimiento de la demanda futura, el cronograma de ejecución y la asignación de las compensaciones para su remuneración.
- 22. Precio Básico de la Potencia de Punta.-** Tiene el significado a que se refiere el artículo 47° de la LCE.
- 23. Precio de la Potencia de Punta en Barra.-** Tiene el significado a que se refiere el artículo 47° de la LCE.
- 24. Precios Firmes.-** Corresponden a los precios de la energía y potencia que resulten de los procesos de Licitación y que no están sujetos a fijación administrativa por el regulador.
- 25. Precios a Nivel Generación.-** Corresponden a los precios de generación transferibles a los Usuarios Regulados, los cuales no incluyen los costos de transmisión a ser pagados por dichos usuarios.
- 26. Refuerzos.-** Son las instalaciones realizadas por un concesionario sobre redes y subestaciones en operación, destinadas a mejorar el sistema de transmisión y la calidad del servicio para alcanzar y preservar los estándares de calidad establecidos en las normas aplicables, así como aquellas necesarias para permitir el libre acceso a las redes y las interconexiones. No constituyen Refuerzos aquellas instalaciones que se carguen contablemente como gasto de acuerdo a las normas aplicables o que superen el monto definido en el Reglamento.
- 27. Reglamento.-** Reglamentos de la presente Ley, de la Ley de Concesiones Eléctricas, de Licitaciones y/o de Transmisión.
- 28. SEIN.-** Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
- 29. Sistema Complementario de Transmisión.-** Conjunto de activos o instalaciones de transmisión que no conforman el Sistema Garantizado de Transmisión.
- 30. Sistema Garantizado de Transmisión.-** Conjunto de activos o instalaciones de transmisión que se construyen como resultado del Plan de Transmisión.



Decreto Supremo N° 059-96-PCM, y de la Ley N° 27133, Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural, en aquello que se oponga a lo estipulado en los respectivos contratos de concesión. A la expiración de dichos contratos, las instalaciones de transmisión correspondientes pasarán a formar parte del Sistema Garantizado de Transmisión considerando lo dispuesto en el numeral 22.2, inciso d), del artículo 22° de la presente Ley.

Cada instalación de transmisión existente a la fecha de entrada en vigencia de la presente Ley se pagará por Usuarios y Generadores en la misma proporción en que se viene pagando a dicha fecha y se mantendrá invariable y permanente mientras dichas instalaciones formen parte del Sistema Económicamente Adaptado. La distribución al interior del conjunto de Usuarios o del conjunto de Generadores mantendrá el criterio vigente a la fecha de entrada en vigencia de la presente Ley.

**SÉPTIMA.- Reglas aplicables a la compra-venta de energía de empresas del Estado en el mercado eléctrico** Las empresas con participación accionaria del Estado, titulares de concesiones o autorizaciones de generación o de distribución, en sus operaciones de compraventa de electricidad se adecuarán a las condiciones establecidas en la presente Ley y su Reglamento. En los casos en que resulten aplicables, dichas empresas quedan autorizadas a negociar y pactar los precios y condiciones comerciales que mejor se adecuen a las condiciones del mercado.

**OCTAVA.- Medidas para la promoción de la Generación Distribuida y Cogeneración eficientes**

Las actividades de Generación Distribuida y Cogeneración interconectadas al SEIN se registrarán por las siguientes disposiciones, de acuerdo con lo que establezca el Reglamento:

- a) La venta de sus excedentes no contratados de energía al Mercado de Corto Plazo, asignados a los Generadores de mayor Transferencia (de compra o negativa) en dicho mercado; y,
- b) El uso de las redes de distribución pagando únicamente el costo incremental incurrido.

**Concordancias**

[D.S 037-2006-EM](#)

[D.S. 025-2007-EM: Art. 28](#)

[D.Leg N° 1002: Art.6](#)

**NOVENA.- Ingreso tarifario de los enlaces internacionales** Los montos transferidos por el COES a los Generadores y los que a su vez éstos paguen a los Transmisores por concepto de Ingreso Tarifario de los Enlaces Internacionales, son gasto o costo deducibles para efectos de la determinación de la renta neta del COES y de los Generadores, respectivamente.

**Concordancias**

[Decreto Ley N° 25844: Art. 60 inc.b\)](#)

[D.S. 049-2005-EM: Definiciones](#)

**DÉCIMA.- Expedición de Reglamentos** El Poder Ejecutivo expedirá la reglamentación necesaria para la aplicación de la presente Ley, dentro de los ciento ochenta (180) días calendario siguientes a la fecha de su publicación.

**UNDÉCIMA.- Recursos para Capacitación en Electricidad** Créase el Consejo de Administración de Recursos para la Capacitación en Electricidad (CARELEC) con el objeto de financiar la transferencia de tecnología y capacitación en el ámbito del Subsector Electricidad, con un presupuesto anual no mayor al diez por ciento (10%) del monto de los aportes efectuados por las empresas eléctricas el año anterior, a que se refiere el inciso g) del artículo 31° de la Ley de Concesiones Eléctricas. El Reglamento definirá la organización y funcionamiento del referido Consejo.

**Concordancias:**

[Art. 6° del D.S. N° 020-2007-EM.](#)

[Art. 31° inc. g\) del D. Ley N° 25844.](#)

**DUODÉCIMA.- Costos Marginales ante interrupciones del suministro de gas natural** En el caso de interrupción total o parcial del suministro de gas natural a centrales de generación eléctrica, debido a problemas en la inyección o a fallas en el sistema de transporte de la Red



## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Jefrey Josthin Cueva Castillo, identificado con DNI 71961746 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Mecánica Eléctrica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

**“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ZONAS RURALES Y URBANAS DE LA REGIÓN PUNO, APORTE PARA EL MARCO NORMATIVO EN EL PERÚ”**

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de setiembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Jefrey Josthin Cueva Castillo, identificado con DNI 71961746 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Mecánica Eléctrica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

**“ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ZONAS RURALES Y URBANAS DE LA REGIÓN PUNO, APORTE PARA EL MARCO NORMATIVO EN EL PERÚ”**

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mio; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de setiembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella